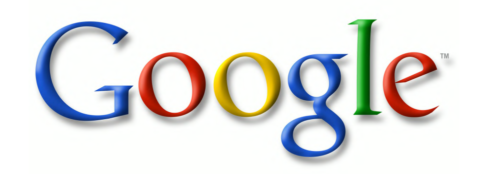


This is a digital copy of a book that was preserved for generations on library shelves before it was carefully scanned by Google as part of a project to make the world's books discoverable online.

It has survived long enough for the copyright to expire and the book to enter the public domain. A public domain book is one that was never subject to copyright or whose legal copyright term has expired. Whether a book is in the public domain may vary country to country. Public domain books are our gateways to the past, representing a wealth of history, culture and knowledge that's often difficult to discover.

Marks, notations and other marginalia present in the original volume will appear in this file - a reminder of this book's long journey from the publisher to a library and finally to you.

Usage guidelines

Google is proud to partner with libraries to digitize public domain materials and make them widely accessible. Public domain books belong to the public and we are merely their custodians. Nevertheless, this work is expensive, so in order to keep providing this resource, we have taken steps to prevent abuse by commercial parties, including placing technical restrictions on automated querying.

We also ask that you:

+ *Make non-commercial use of the files* We designed Google Book Search for use by individuals, and we request that you use these files for personal, non-commercial purposes.

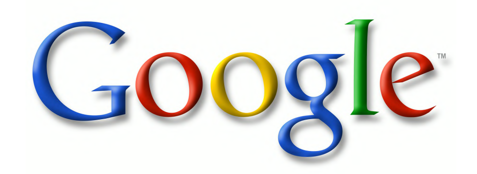
+ *Refrain from automated querying* Do not send automated queries of any sort to Google's system: If you are conducting research on machine translation, optical character recognition or other areas where access to a large amount of text is helpful, please contact us. We encourage the use of public domain materials for these purposes and may be able to help.

+ *Maintain attribution* The Google "watermark" you see on each file is essential for informing people about this project and helping them find additional materials through Google Book Search. Please do not remove it.

+ *Keep it legal* Whatever your use, remember that you are responsible for ensuring that what you are doing is legal. Do not assume that just because we believe a book is in the public domain for users in the United States, that the work is also in the public domain for users in other countries. Whether a book is still in copyright varies from country to country, and we can't offer guidance on whether any specific use of any specific book is allowed. Please do not assume that a book's appearance in Google Book Search means it can be used in any manner anywhere in the world. Copyright infringement liability can be quite severe.

About Google Book Search

Google's mission is to organize the world's information and to make it universally accessible and useful. Google Book Search helps readers discover the world's books while helping authors and publishers reach new audiences. You can search through the full text of this book on the web at http://books.google.com/



Über dieses Buch

Dies ist ein digitales Exemplar eines Buches, das seit Generationen in den Regalen der Bibliotheken aufbewahrt wurde, bevor es von Google im Rahmen eines Projekts, mit dem die Bücher dieser Welt online verfügbar gemacht werden sollen, sorgfältig gescannt wurde.

Das Buch hat das Urheberrecht überdauert und kann nun öffentlich zugänglich gemacht werden. Ein öffentlich zugängliches Buch ist ein Buch, das niemals Urheberrechten unterlag oder bei dem die Schutzfrist des Urheberrechts abgelaufen ist. Ob ein Buch öffentlich zugänglich ist, kann von Land zu Land unterschiedlich sein. Öffentlich zugängliche Bücher sind unser Tor zur Vergangenheit und stellen ein geschichtliches, kulturelles und wissenschaftliches Vermögen dar, das häufig nur schwierig zu entdecken ist.

Gebrauchsspuren, Anmerkungen und andere Randbemerkungen, die im Originalband enthalten sind, finden sich auch in dieser Datei – eine Erinnerung an die lange Reise, die das Buch vom Verleger zu einer Bibliothek und weiter zu Ihnen hinter sich gebracht hat.

Nutzungsrichtlinien

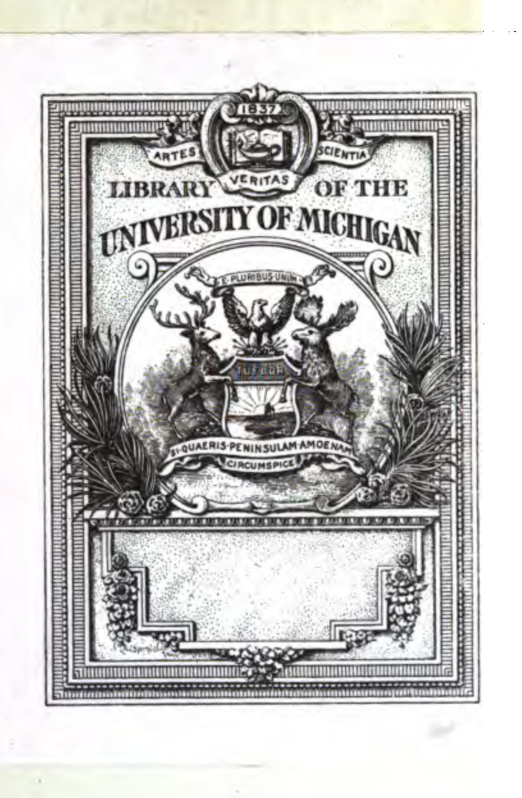
Google ist stolz, mit Bibliotheken in partnerschaftlicher Zusammenarbeit öffentlich zugängliches Material zu digitalisieren und einer breiten Masse zugänglich zu machen. Öffentlich zugängliche Bücher gehören der Öffentlichkeit, und wir sind nur ihre Hüter. Nichtsdestotrotz ist diese Arbeit kostspielig. Um diese Ressource weiterhin zur Verfügung stellen zu können, haben wir Schritte unternommen, um den Missbrauch durch kommerzielle Parteien zu verhindern. Dazu gehören technische Einschränkungen für automatisierte Abfragen.

Wir bitten Sie um Einhaltung folgender Richtlinien:

+ *Nutzung der Dateien zu nichtkommerziellen Zwecken* Wir haben Google Buchsuche für Endanwender konzipiert und möchten, dass Sie diese Dateien nur für persönliche, nichtkommerzielle Zwecke verwenden.
+ *Keine automatisierten Abfragen* Senden Sie keine automatisierten Abfragen irgendwelcher Art an das Google-System. Wenn Sie Recherchen über maschinelle Übersetzung, optische Zeichenerkennung oder andere Bereiche durchführen, in denen der Zugang zu Text in großen Mengen nützlich ist, wenden Sie sich bitte an uns. Wir fördern die Nutzung des öffentlich zugänglichen Materials für diese Zwecke und können Ihnen unter Umständen helfen.
+ *Beibehaltung von Google-Markenelementen* Das "Wasserzeichen" von Google, das Sie in jeder Datei finden, ist wichtig zur Information über dieses Projekt und hilft den Anwendern weiteres Material über Google Buchsuche zu finden. Bitte entfernen Sie das Wasserzeichen nicht.
+ *Bewegen Sie sich innerhalb der Legalität* Unabhängig von Ihrem Verwendungszweck müssen Sie sich Ihrer Verantwortung bewusst sein, sicherzustellen, dass Ihre Nutzung legal ist. Gehen Sie nicht davon aus, dass ein Buch, das nach unserem Dafürhalten für Nutzer in den USA öffentlich zugänglich ist, auch für Nutzer in anderen Ländern öffentlich zugänglich ist. Ob ein Buch noch dem Urheberrecht unterliegt, ist von Land zu Land verschieden. Wir können keine Beratung leisten, ob eine bestimmte Nutzung eines bestimmten Buches gesetzlich zulässig ist. Gehen Sie nicht davon aus, dass das Erscheinen eines Buchs in Google Buchsuche bedeutet, dass es in jeder Form und überall auf der Welt verwendet werden kann. Eine Urheberrechtsverletzung kann schwerwiegende Folgen haben.

Über Google Buchsuche

Das Ziel von Google besteht darin, die weltweiten Informationen zu organisieren und allgemein nutzbar und zugänglich zu machen. Google Buchsuche hilft Lesern dabei, die Bücher dieser Welt zu entdecken, und unterstützt Autoren und Verleger dabei, neue Zielgruppen zu erreichen. Den gesamten Buchtext können Sie im Internet unter `http://books.google.com` durchsuchen.


1837
ARTES
VERITAS
SCIENTIA
LIBRARY OF THE
UNIVERSITY OF MICHIGAN
E PLURIBUS UNUM
TUEBOR
SI QUAERIS PENINSULAM AMOENAM
CIRCUMSPICE

Q
9
.J25



17468

Jahrbuch

der

Erfindungen

und

Fortschritte auf den Gebieten

der

Physik und Chemie, der Technologie und Mechanik, der Astronomie und Meteorologie.

Herausgegeben von

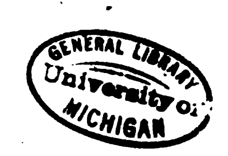
Dr. H. Hirzel, Professor a. d. Universität u. Director d. Polytechnischen Gesellschaft

und

H. Gretschel, Lehrer d. Mathematik u. Secretär d. Polytechnischen Gesellschaft

zu Leipzig.





Zweiter Jahrgang.

Leipzig.
Verlag von Quandt & Händel.
1866.



Vorwort.

Das Jahrbuch der Erfindungen tritt hiermit zum zweiten Male vor seine Leser. Die Anerkennung und die wohlwollenden Aeußerungen der Kritik, welche dem ersten Jahrgange zu Theil geworden, haben die Verfasser und die Verleger in der Ueberzeugung bestärkt, daß ihr Unternehmen einem wirklichen Bedürfnisse entspricht. Ziel und Haltung, sowie auch die äußere Eintheilung des Stoffes sind daher in diesem Jahre dieselben geblieben, wie im vorigen.

Für die uns mehrfach zu Theil gewordenen Mittheilungen sprechen wir den freundlichen Uebersendern hiermit unsern verbindlichsten Dank aus und knüpfen daran die Hoffnung, daß uns ähnliche Beiträge für unser Jahrbuch in Zukunft noch reichlicher zukommen mögen.

Insbesondere richten wir an die Verfasser von schwieriger zugänglichen Abhandlungen, die aber doch von allgemeinerem Interesse sind, die Bitte um gefällige Zusendung derselben.

Es würde uns freuen, wenn es uns auch in diesem Jahrgange gelungen wäre, gerechten Anforderungen zu entsprechen.

Leipzig, im October 1866.

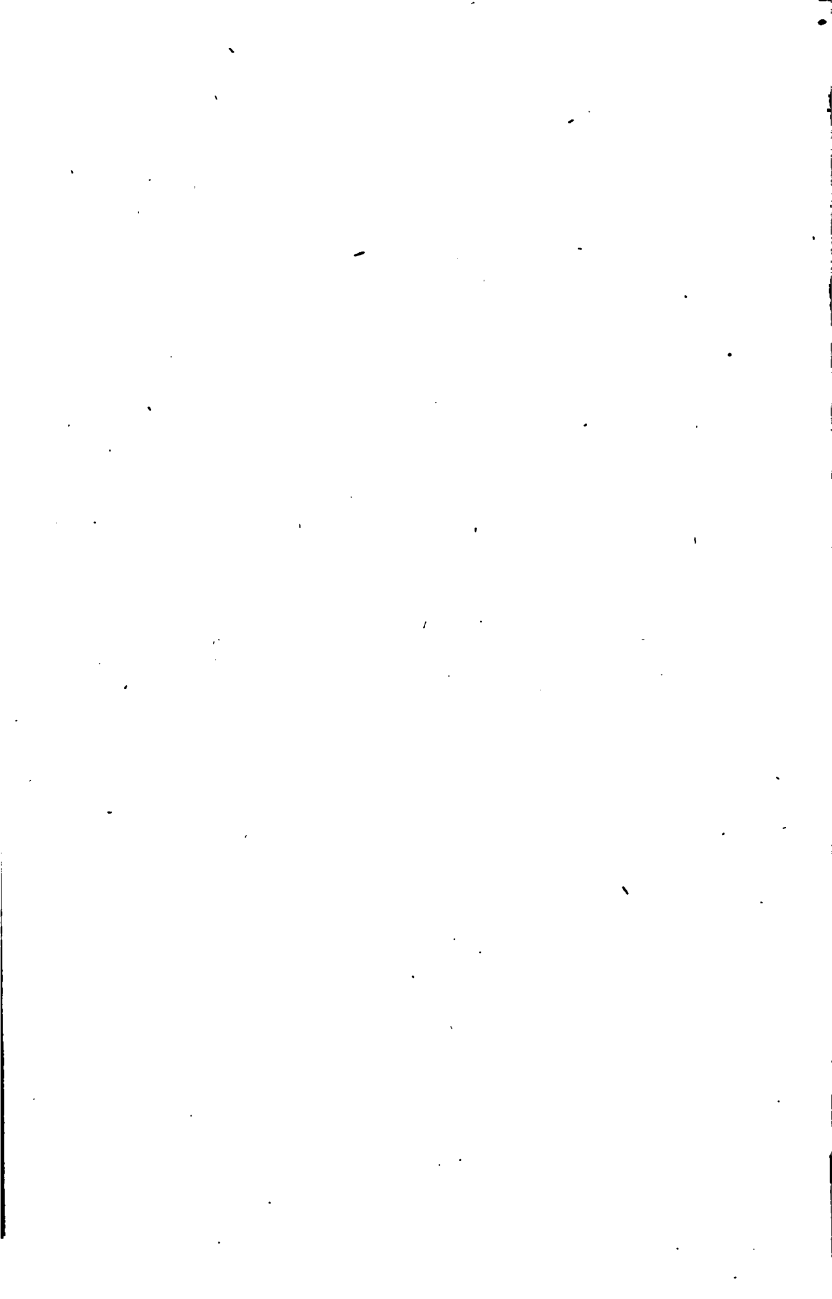
Die Verfasser.

Inhaltsübersicht.

Astronomie.

Physik und Meteorologie.

Mechanik und mechanische Technologie.



I.

Astronomie.

Uebersicht der wichtigsten Elemente des Sonnensystems.

Es ist bereits im vorigen Jahrgange dieses Jahrbuches (S. 73.) erwähnt worden, daß sich gegen die Richtigkeit des bisher allgemein angenommenen Werthes der Sonnenparallaxe, 8.'' 57116, welchen Encke aus den Beobachtungen des Venusdurchganges von 1769 abgeleitet hat, Zweifel erhoben haben. In der That hat auch eine neue Discussion jener Beobachtungen statt des erwähnten Werthes den etwas größeren 8.''86 ergeben. Wenn dieser Werth richtig ist, so muß zunächst die Entfernung der Erde von der Sonne kleiner angenommen werden, als man dies bisher that, sie ist nämlich in dem Verhältnisse von 8. 86 zu 8. 57116, d. i. ungefähr um den 31ten Theil zu vermindern.

Nun bildet aber diese Entfernung zwischen Erde und Sonne das Maaß, nach welchem wir die Entfernungen im Sonnensysteme überhaupt messen und es werden die Entfernungen der Planeten von der Sonne zunächst in dieser Einheit ausgedrückt gefunden. Wir können sehr genau die Werthe für die Abstände der einzelnen Planeten von der Sonne in Theilen und Vielfachen der Entfernung zwischen Sonne und Erde angeben, ohne daß wir die Größe dieser Entfernung, ausgedrückt in Meilen, zu kennen brauchen. Drücken wir nun jene Entfernungen in einem der auf der Erde üblichen Längenmaße, in Meilen, Kilometern oder dergl. aus, so werden natürlich die erhaltenen Zahlen sich nach dem Werthe richten, den man der Entfernung der Erde von der Sonne beilegt. Aus diesem Grunde sind auch die Distanzen der

übrigen Planeten von der Sonne gegenwärtig kleiner anzunehmen als früher.

In demselben Verhältnisse wie die Entfernungen ändern sich auch die Durchmesser der einzelnen Planeten, denn dieselben werden aus den scheinbaren Halbmessern und aus der Entfernung berechnet. Deshalb sind auch für die Volumina und die Dichtigkeiten der einzelnen Planeten und der Sonne andere Werthe als die früheren anzunehmen, und zwar sind die Dichtigkeiten größer zu nehmen.

In den folgenden Tabellen sind die vorstehend erwähnten Größen und einige damit in Verbindung stehende, sowie die Umlaufs- und Rotationszeiten für die größeren Planeten und die Sonne angegeben.

	Mittlere Entfernung von der Sonne in		Excentricität der Bahn.	Siderische Umlaufszeit in Tagen.
	Erdbahnhalbmessern.	geogr Meilen.		
Merkur	0.3870987	7 745103	0.20560478	87.9692578
Venus	0.7233322	14 472491	0.00684331	224.7007869
Erde	1	20 008084	0.0167701	365.2563744
Mars	1.5236913	30 486143	0.09326113	686.9796458
Jupiter	5.202798	104 098019	0.0482388	4332.5848212
Saturn	9.538852	190 854152	0.0559956	10759.2198174
Uranus	19.182639	383 807852	0.0465775	30686.820830
Neptun	30.03697	600 982219	0.0087195	60126.72

	Durchmesser in		Volumen.	Masse.	Dichtigkeit.	Rotations-Zeit.
	Erddurchmessern.	geogr. Meilen.				
Sonne	108.556	186594	1279266.8	354030	0.276	25. 5 Tg.
Merkur	0.378	649.7	0.054	0.081	1.501	24 St. 5 M.
Venus	0.954	1639.8	0.868	0.859	0.987	23 „ 21 „
Erde	1	1718.87	1	1	1.	23 „ 56 „
Mars	0.540	928.2	0.157	0.119	0.779	24 „ 37 „
Jupiter	11.160	19182.6	1389.996	337.171	0.257	9 „ 55 „
Satur	9.527	16375.7	864.694	100.806	0.132	10 „ 30 „
Uranu	4.221	7255.4	75.253	17.208	0.228	?
Neptun	4.407	7575.1	85.605	20.231	0.236	?

Wenn man die in der ersten Spalte der letzten Tabelle stehende Zahl, also den Durchmesser des Himmelskörpers ausgedrückt in Erddurchmessern, multiplicirt mit der Dichtigkeit, so erhält man den Betrag der Schwerkraft an der Oberfläche des betreffenden Himmelskörpers, verglichen mit der als Einheit angenommenen Schwerkraft an der Erdoberfläche. Es ergeben sich hierfür folgende Werthe:

Sonne,	Merkur,	Venus,	Erde,	Mars,	Jupiter,	Saturn,
29.976,	0.568,	0.942,	1,	0.417,	2.816,	1.204,

Uranus,	Neptun.
0.963,	1.039.

Während also auf der Erde ein Körper in der ersten Sekunde ungefähr 15 Pariser Fuß fällt, beträgt dieser Fallraum auf

der Sonne	den Merkur	der Venus	dem Mars	dem Jupiter,
450 F.,	7.5 F.,	13.3 F.,	6.2 F.,	42.2 F.

dem Saturn	dem Uranus	dem Neptun
18 F.,	14.4 F.,	15.5 F.,

Allerdings sind diese Zahlen nur vorläufige; eine sicherere Entscheidung über die Sonnenparallaxe und damit auch über die übrigen Dimensionen unseres Sonnensystems ist erst von den Beobachtungen der nächsten Durchgänge der Venus durch der Sonne namentlich denen des Venusdurchganges von 1882 zu erwarten.

Wir wenden uns jetzt zu den neu entdeckten Körpern unseres Sonnensystemes und betrachten zunächst

die neu entdeckten Planeten.

Dieselben gehören sämmtlich zur Gruppe der kleinen Planeten zwischen Mars und Jupiter, von welchen am Schlusse des Jahres 1864 im Ganzen 82 bekannt waren. Zu dieser Zahl sind im verflossenen Jahre noch drei neue hinzugekommen.

Der Planetoid (83) wurde am Abende des 26. April von Annibal de Gasparis in Neapel als ein Stern

10ter Größe entdeckt und erhielt zu Ehren Dante's, dessen 500jähriges Geburtsjubiläum Italien im vorigen Jahre feierte, den Namen Beatrix.

Der Planetoid (84), gleichfalls ein Stern 10ter Größe, wurde am 25. August Abends 9½ Uhr von R. Luther in Bilk bei Düsseldorf aufgefunden und es wurde demselben durch die vom 31. August bis 2. September in Leipzig tagende Astronomenversammlung der Name Clio beigelegt.

Der Planetoid (85) endlich ist zuerst von C. H. F. Peters in Clinton (Vereinigte Staaten) am 19. September und selbstständig auch von James Watson in Ann Arbor (Verein. St.) am 9. Oktober entdeckt worden. Er ist auch von der 10ten Größe und hat den Namen Io erhalten.

Wir fügen noch hinzu, daß gleich im Anfange des laufenden Jahres am 4. Januar, von F. Tietjen in Berlin ganz in der Nähe der Io ein neuer Planet 11,9ter Größe entdeckt worden ist, welcher also mit (86) zu bezeichnen ist und dem der Entdecker den Namen Semele gegeben hat.

Auch der innerhalb der Merkursbahn gelegene Planet, dessen angebliche Entdeckung vor einem halben Decennium viel Aufsehen erregte, hat in dem verflossenen Jahre wieder von sich reden gemacht.

Ein Herr Coumbary nämlich, ein Liebhaber der Astronomie in Constantinopel, theilt in einem Schreiben an den Direktor der Pariser Sternwarte, Leverrier mit, daß er am 8. März 1865 einen schwarzen, scharf begrenzten Punkt habe über die Sonnenscheibe ziehen sehen, als er eben sein Fernrohr auf dieselbe gerichtet gehabt. Dieser schwarze Punkt habe sich von einer dem Rande nahen Fleckengruppe abgelöst, und sei in Zeit von 48 Minuten an den andern Rand gelangt. Dieser Angabe und einer von Coumbary entworfenen Zeichnung zufolge würde der angebliche Planet, wenn er vor dem Mittelpunkt der Sonne vorbeigegangen, etwas über eine Stunde vor der Sonnenscheibe sichtbar geblieben sein. Dieses stimmt freilich durchaus nicht überein mit den Beobachtungen, welche Lescarbault in Orgères (Departement Eure et Loire in Frankreich) am 26. März 1859 gemacht haben will. Diesen Beobachtungen zufolge

würde der Planet etwa 4 Stunden zu einem Durchgange durch das Centrum der Sonne gebrauchen.

Wenn also beide Beobachtungen ihre Richtigkeit haben, was bei den Lescarbault'schen allerdings vielfach in Zweifel gezogen worden ist, so können sie nicht denselben Planeten betreffen. Hierin liegt allerdings nichts befremdendes. Denn Leverrier, welcher durch seine Untersuchungen über die Anomalien der Merkursbewegungen die Frage wegen eines intermerkurialen Planeten am Ende der fünfziger Jahre angeregt hat, hat gleich anfangs darauf hingewiesen, daß diese Anomalien sich ebensowol durch eine größere Anzahl solcher Planeten, als durch einen einzigen erklären lassen. Solche Planeten, werden im Allgemeinen nur bei ihrem Vorübergange vor der Sonnenscheibe wahrzunehmen sein; sie müssen dann als schwarze Punkte erscheinen, die von den Sonnenflecken sich schon durch ihre rasche Bewegung unterscheiden. In einzelnen Fällen ist auch Aussicht vorhanden zur Zeit einer totalen Sonnenfinsterniß diese Körper außerhalb der Sonnenscheibe zu sehen.

Beobachtungen dunkler Flecke in der Sonnenscheibe, die auf intermerkuriale Planeten schließen lassen, sind nun schon sehr zahlreich gemacht worden. In neuerer Zeit hat der Kriegsrath C. Haase in Hannover eine nach Monaten geordnete Zusammenstellung solcher Wahrnehmungen mit Angabe der Beobachter veröffentlicht, die wir hier folgen lassen.

Januar.

1798, Januar 18. D' Angos.
1800, „ 17. Flaugergues.
1818, „ 6. Lofft.

Februar.

1762, zwischen Febr. 13 und März 2. Staudacher.
1802, Februar 27. Fritsch.
1820, „ 12. Stark und Steinheil.
1837, „ 16. Pastorff.

März.

808, März 17. Nach Adelmus, Lycosthenes und Kepler.
1701, „ 29. Cassini und Maraldi.

1799, März 25. Fritsch.
1800, „ 29. Derselbe.
1859, „ 26. Lescarbault.
1862, „ 20. Lummis.

April.

1784, März oder April. D'Angos.
1798, April 17. Fritsch.
1826, „ ?. Capocci.

Mai.

? 1607, Mai 28. Kepler.
1764, „ 1—5. Hoffmann.
1832, „ 5. Schenk.

Juni.

1706, Juni 4. Cassini.
1761, „ 5. 6. St. Néost, Scheuten u. Lamberts Freunde.
1799, „ 5. Fritsch.
1819, „ 26. Stark.
1819, „ 27. Lindner.
1855, „ 11. Ritter.

Juli.

1798, Juli 2. Flaugergues.
1819, „ 26. Gruithuisen.
1823, „ 24. 25. Pastorff.
1826, „ 31. Stark.
1827, „ ?. Scott und Wray.

August.

1705, August 3. Cassini.
1853, „ 30. Jaennicke.
1862, „ 11. Spoerer.

September.

1857, September 12. Ohrt.

October.

1799, Oktober 23. 24. Fritsch.
1802, „ 10. Derselbe.
1819, „ 9. Stark.
1822, „ 23. Pastorff.

1823, Oktober 23. Biela.
1836, „ 18. Pastorff.
1839, „ 2. De Cuppis.

November.

1762, November 19. Lichtenberg.
1836, „ 1. Pastorff.

December.

1820, December 18. Flaugergues?
1823. „ 23. Pons?

Außerdem vermuthet Haase noch, daß ein bei der totalen Sonnenfinsterniß am 31. Decbr. 1862 auf der Insel Trinidad von mehreren Personen mit bloßen Augen beobachteter, dem südlichen Sonnenrande nahestehender Stern ein intermerkurialer Planet gewesen sein möge, da an der angegebenen Stelle kein hellerer Fixstern gestanden habe.

Die Existenz mehrerer intermerkurialer Planeten ist nach alledem nicht unwahrscheinlich. Leider hat es noch nicht gelingen wollen, für einen derselben eine Bahn zu bestimmen, die durch spätere Wiederauffindung der Planeten sich als richtig erwiesen hätte.

Kometen des Jahres 1865.

Wir haben im vorigen Jahrgange über die Entdeckung von vier neuen Kometen im Laufe des Jahres 1864 berichtet; wir müssen ergänzend hinzufügen, daß Bruhns in Leipzig am 30. December noch einen fünften teleskopischen Kometen im Sternbilde der Jungfrau entdeckt hat.

Das vorige Jahr hat uns einen größeren Kometen gebracht, der indessen nur auf der südlichen Halbkugel beobachtet werden konnte. Die erste Nachricht über denselben, die nach Europa kam, rührte von dem französischen Fregattencapitän Mouchez her, der ihn nach Sonnenuntergang am 21. Januar in Rio de Janeiro beobachtete. Den Kern verbarg das Gebirge von Corcorado, der Schweif aber stieg am südwestlichen Himmel, etwas nach Süden geneigt, in die Höhe und mochte 8—9 Grad Länge und 40—45 Minuten Breite haben. Noch früher indessen, nämlich schon am 18. Januar,

wurde der Komet von Maclear am Cap der Guten Hoffnung und gleichzeitig von Moesta, dem Direktor der Sternwarte zu Santiago in Chile wahrgenommen. Nach den Beobachtungen des letzterm hatte der Schweif am 20. Januar eine Länge von 25 Grad aber nur 1½ Grad Breite. In Melbourne wurde der Komet von R. J. Ellery vom 23. Januar bis 19. März beobachtet und auf der Sternwarte zu Windsor, Neu-Süd-Wales, konnte ihn John Tebbutt jun. noch am 28. März erkennen. Dieser Astronom hat aus seinen Beobachtungen eine Bahn berechnet, welche mit der des Kometen V vom Jahre 1826 Aehnlichkeit hat; doch liegen die Sonnennähen beider Kometen fast 180° von einander entfernt; Hind dagegen findet aus Ellery's Beobachtungen die Bahn annähernd ähnlich der des Kometen von 1677, welchen Hevelius in Danzig beobachtet hat.

Außerdem sind noch zwei in Europa entdeckte neue Kometen zu erwähnen. Den ersten fand Pater Secchi in Rom am 9. December als er vergeblich nach dem Biela'schen Kometen suchte; derselbe hatte die Gestalt eines ganz schwachen Nebels. Nach Donati's Rechnung bewegt sich dieser Komet in derselben Ebene wie der Biela'sche und gelangt auch ungefähr um dieselbe Zeit zur Sonnennähe, hat aber sonst Nichts mit diesem gemein.

Ferner entdeckte am 19. Decbr. Tempel in Marseille einen Kometen im Sternbilde des kleinen Bären. Es wird dieser Komet als Komet I. 1866 bezeichnet. Nach D'Arrest's Berechnung gehört derselbe zu den Kometen mit kurzer Umlaufszeit, und hat eine ganz innerhalb der Saturnusbahn liegende elliptische Bahn, die er aber, abweichend von den übrigen Planeten mit kurzer Umlaufszeit in der Richtung von Ost nach West durchläuft.

Außerdem waren im vorigen Jahre noch zwei der schon bekannten teleskopischen Kometen von kurzer Umlaufszeit sichtbar, der Encke'sche und der Faye'sche. Der Encke'sche Komet, unter allen bis jetzt bekannten derjenige, welcher die kürzeste Umlaufszeit, nämlich ungefähr 3⅓ Jahr. besitzt, wurde zuerst 1786 von Méchain, dann 1795 von Miß Caroline Herschel, 1805 von Bouvard, Pons und Huth und 1819 von Pons in seiner Sonnennähe beobachtet, ohne daß man

aber wußte, daß man es mit einem und demselben Kometen zu thun habe. Dieses wies erst nachher Encke nach und machte dabei die überraschende Beobachtung, daß dieser Komet eine Umlaufszeit von nur 1208 Tagen besitzt. Seitdem ist der Komet bei jedem Durchgange durch das Perihel beobachtet worden. Dabei hat sich die bemerkenswerthe Thatsache herausgestellt, daß die Umlaufszeit sich bei jedem Umlaufe um einige Stunden verkürzt, eine Erscheinung, die Encke durch die Existenz eines widerstehenden Mittels im Weltraume, vielleicht des Lichtäthers, zu erklären versucht hat.

Im verflossenen Jahre wurde dieser Komet von John Tebutt zu Windsor in Neu-Süd-Wales am Abende des 24. Juni wahrgenommen. Er hatte etwa 2 Minuten Durchmesser, war sehr lichtschwach und ohne eine Spur von Verdichtung des Lichtes im Centrum.

Der Faye'sche Komet, dessen Umlaufszeit etwa $7^1/_2$ Jahr beträgt, wurde am 17. October 1843 von Faye in Paris entdeckt und später 1851 und 1858 beim Durchgange durch das Perihel beobachtet. Axel Möller, der Direktor der Sternwarte zu Lund, hat diese drei Erscheinungen der Kometen einer sorgfältigen Rechnung unterworfen und dabei dargethan, daß auch bei diesem Kometen eine der Zeit proportionale Verkürzung der Umlaufszeit eintritt.

Im vorigen Jahre wurde der Komet bei seiner Wiederkehr zur Sonnennähe zuerst am 1. August von R. Engelmann auf der Leipziger Sternwarte, dann am 22. August von N. Thiele auf der Sternwarte zu Kopenhagen gesehen. Die an diesen Orten, sowie auch in Clinton angestellten Beobachtungen haben eine überraschende Uebereinstimmung mit Möller's Berechnung gezeigt. Uebrigens erschien der Komet als ein lichtschwacher Nebel mit kleinem aber deutlichen Kern.

Ein Gegenstand sehr fleißigen, wiewohl erfolglosen Suchens ist im vorigen Jahre der Biela'sche Komet gewesen. Dieser teleskopische Komet, dessen Umlaufszeit $6^3/_4$ Jahre beträgt, ist dadurch besonders merkwürdig, daß er sich bei seiner Erscheinung im Winter 1845 — 46 in zwei Kometen getheilt hat, die auch bei der Wiederkehr zum Perihel im Jahre 1852 beide beobachtet werden konnten. Da der Komet

bei seiner Wiederkehr im Jahre 1859, wie schon die Berechnung dieses wahrscheinlich machte, nicht gesehen werden konnte, so war man um so gespannter auf sein Erscheinen im vorigen Jahre. Alles Suchen war indessen vergeblich. D'Arrest ist hierdurch und durch die Erfahrung, daß auch der Encke'sche und der Faye'sche Komet von einer Erscheinung zur andern an Lichtstärke abnehmen, zu der Ansicht gelangt, daß die Kometen von kurzer Umlaufszeit nicht lange unserm Sonnensysteme angehört haben und daß die Materie derselben sich ziemlich schnell zerstreue, diese Kometen also ihrer gänzlichen Auflösung entgegengehen. Eine ähnliche Meinung hat schon Kepler im Jahre 1607 ausgesprochen. „Ich glaube," sagt er, „daß der Körper des Kometen abgespült, verdünnt, verändert und endlich vernichtet wird, und daß, gleichwie die Seidenraupe durch das Spinnen ihres Fadens, so der Komet durch die Ausstrahlung seines Schweifes aufgezehrt wird und endlich erlischt."

Sternschnuppen, Feuerkugeln und Meteoriten.

Sternschnuppen und Feuerkugeln sind in dem vorigen Jahre wieder fleißig beobachtet worden, ohne daß indessen wesentlich neue Resultate zu Tage gefördert worden sind. Wir wollen daher nur erwähnen, daß in den letzten Jahren in Frankreich im Betreff der Sternschnuppen eine Ansicht sich Eingang verschafft hat, welche diesen Körpern eine wichtige meteorologische Bedeutung beilegt. Coulvier-Gravier hat nämlich schon vor einem halben Decennium die Ansicht ausgesprochen und glaubt sie durch seine bisherigen Forschungen bestätigt zu finden, daß die Sternschnuppen und ihre Schweife die Richtung des in den oberen Regionen wehenden Windes angeben. Haben die Sternschnuppen einen ruhigen und langsamen Gang, so bezeichnen sie eine große Ruhe in den oberen Schichten der Atmosphäre; bewegen sie sich rasch und haben sie eine kurze Dauer, so wird bald, wenn auch die untere Luftschicht ruhig ist, die sich herabsenkende obere Luft stürmisches Wetter bringen. Aus den Untersuchungen der Sternschnuppen des Jahres 1864, deren Ergebnisse er der Pariser Akademie vorlegt, hat Coulvier-

Gravier das Resultat ziehen zu müssen geglaubt, daß beim Bevorstehen trockener Witterung die Sternschnuppen eine östliche, bei nasser Witterung aber eine südwestliche Richtung haben. Er meint, man habe schon aus den Sternschnuppen vom 1. Januar bis 1. Mai erkennen können, daß das Jahr 1864 mehr trocken als naß sein werde. Ende Oktober 1864 machte derselbe Beobachter auch darauf aufmerksam, daß den Stürmen, welche um die Mitte dieses Monats an vielen Orten Frankreichs wütheten, außergewöhnliche Anzeichen an den Sternschnuppen vorausgegangen seien. Am 14. October habe er eine Sternschnuppe zweiter Größe ohne Schweif gesehen, die dem Horizonte sich näherte, ihre weiße Farbe in eine grüne verwandelte und in vier Secunden einen Weg von 40 Grad am Himmel beschrieb. Diese lange Dauer der Bewegung soll auf einen Widerstand schließen lassen, den die Sternschnuppe in ihrer Bahn erfuhr.

Wir haben diese Ansicht hier mitgetheilt, weil wir der Meinung sind, daß sie über kurz oder lang als neue Entdeckung ihren Weg auch nach Deutschland finden wird. Im Grunde ist es nichts weiter als die Meinung der Alten, nach welcher die Sternschnuppen den Schiffern die Richtung des in der Höhe wehenden und später zur Erde herabkommenden Luftzuges ankündigen sollen. Daß diese Meinung irrthümlich ist, daß die Sternschnuppen mit der Richtung des Windes nichts zu thun haben, das ist schon längst durch die Beobachtungen deutscher Forscher, wie Brandes, Benzenberg, Olbers, Heis u. a. nachgewiesen worden. Dagegen sprechen schon die bedeutenden Höhen, in welchen die Sternschnuppen erscheinen, Höhen welche zum Theil weit über die gewöhnlich angenommene, aus den Dämmerungserscheinungen berechnete Höhe der Atmosphäre (10 geogr. Meilen) hinausgehen. Derartige Höhenbestimmungen sind bereits zahlreich vorhanden; noch in vergangenen Jahre hat Heis eine Anzahl veröffentlicht, welche aus den gleichzeitig in Münster, Peckeloh und einigen andern Orten angestellten Beobachtungen der Sternschnuppen vom Juli und August 1864 und 1865 berechnet worden sind. Wir geben nachstehend einige Resultate dieser Höhenberechnungen. Die Beobachtungszeit ist in mittlerer Münsterer Zeit (geogr. Länge von Münster = 25° 17′ 30″

östl. von Ferro) angegeben, unter a steht die Anfangshöhe, unter b die Endhöhe in geogr. Meilen.

Zeit der Beobachtung.	a	b
1864, Juli 27. 10 U. 3 M. 39 S.	$8^1/_2$	7
„ 28. 10 „ 24 „ 21 „	40	7
„ 28. 10 „ 37 „ 36 „	30	25
Aug. 10. 11 „ 23 „ 25 „	24	11
1865, Juli 27. 10 „ 37 „ 28 „	7	$6^1/_4$
Juli 28. 9 „ 52 „ 39 „	13	$11^1/_4$
Aug. 9. 9 „ 30 „ 25 „	$17^1/_4$	$11^1/_4$
„ 9. 9 „ 48 „ 22 „	13	12

Von Meteorsteinfällen ist besonders der am 25. Aug. vor. J. in der Gegend von Aumale auf dem Territorium von Ouled-Sidi-Salem in Algerien beobachtete merkwürdig. Ein Eingeborener, welcher Zeuge dieses Ereignisses war, beschreibt dasselbe folgendermaßen. „Es war gegen Mittag, als ich aus dem Walde heimkehrend plötzlich ein heftiges Krachen wie von mehreren Kanonen hörte. Ich erschrak und blickte nach allen Seiten. Es konnte kein Donner sein, denn kurz vorher war der Himmel ganz heiter gewesen. Fast in demselben Momente vernahm ich ein Knattern in der Luft. Ich blickte in die Höhe und sah eine Wolke, sowie etwas Schwarzes, das auf meinen Kopf zustürzte. Ich beugte mich zur Erde und empfahl Gott meine Seele, weil ich dachte, ich müsse von dem Gegenstande, der vom Himmel fiel, zermalmt werden. In demselben Augenblicke fiel der Körper neben mir nieder und wirbelte eine Wolke Staub auf. Ich lief hin und erblickte einen Stein, aber als ich ihn aus dem Loche, das er in den Boden geschlagen, herauszuziehen versuchte, mußte ich sofort meine Hand zurückziehen, denn er war ungemein heiß. Ich wartete einige Zeit, dann suchte ich andere Leute mit Hacken und wir zogen abends den Stein heraus, nachdem er fast ganz kalt geworden war." Zu derselben Zeit fiel an einem anderen, 4800 Meter weiter nördlich gelegenen Orte gleichfalls ein Meteorstein nieder und es ist nicht unwahrscheinlich, daß gleichzeitig noch mehrere Meteorsteine gefallen, aber in diesen wenig bevölkerten Gegenden nicht bemerkt worden sind. Beide Steine

wurden übrigens von den Landleuten, welche sie ausgruben, zerstückelt und die einzelnen Stücke als Amulette aufbewahrt. Von dem zuerst erwähnten, welcher ungefähr 50 Centimeter tief in den Boden, zum Theil in harten Kalkstein, eingedrungen war, kam ein etwa 13 Pfund schweres Stück nach o Daubrée dasselbe genauer untersucht hat. Der ein war ungefähr doppelt so groß gewesen. Das esteht aus einer feinkörnigen Masse, deren Hauptbele Magnesia- und Eisensilicate sind. In dieser Grundbefindet sich eine große Anzahl metallisch glänzender eingesprengt, theils stahlgraue magnetische Nickeleisen-, theils gelbe Schwefelkies-, theils schwarze Chromkörner. Auf der Oberfläche ist der Stein mit einer ur überzogen, die an einzelnen Stellen auch in das In- r dringt. Wenn man ein kleines nicht mit Glasur bees Stückchen vor dem Löthrohre stark erhitzt, so überzieht sich mit einer dünnen Glasur. Das Merkwürdigste ist die Anwesenheit von Chlornatrium und kohlensaurem Natron, welche Körper Daubrée mit Sicherheit nachgewiesen hat. Es ist damit ein Beweis mehr dafür geliefert, daß anderwärts im Weltraume nicht nur dieselben Elemente, wie auf unserer Erde, sondern auch dieselben Verbindungen derselben sich vorfinden.

Im Ganzen sind bis jetzt folgende Elemente in Meteoriten gefunden worden: Sauerstoff, Wasserstoff, Stickstoff, Kohlenstoff, Schwefel, Phosphor, Chlor, Silicium, Kalium, Natrium, Calcium, Magnesium, Aluminium, Eisen, Nikel, Kobalt, Mangan, Chrom, Kupfer, Zinn, Titan; zusammen 21 Elemente.

Die Verbindungen, in denen diese Elemente in den Meteoriten vorkommen sind sehr mannigfaltig. Auf Grund der Sammlung des Berliner mineralogischen Museums hat Gustav Rose hinsichtlich der Zusammensetzung folgende Arten unterschieden.

I. Eisenmeteoriten, ausschließlich oder doch vorzugsweise aus Nickeleisen bestehend. Hierher gehören:

1. Meteoreisen, d. h. Nickeleisen, dem nur geringe Mengen andrer Verbindungen beigemengt sind;

2. Pallasit, d. h. Meteoreisen mit porphyrartig ein-

gewachsenen Olivinkörnern, wie das von Pallas am Jenisey aufgefundene Stück.

3. Mesosiderit, ein körniges Gemenge von Meteoreisen und Magnetkies mit Olivin und Augit, welches in der Mitte steht zwischen den Eisen- und den Steinmeteoriten.

II. Steinmeteoriten. Hierher gehören folgende Arten.

1. Chondrit, in einem aus Olivin und Chromkies bestehenden feinkörnigen Gemenge sind kleine Kugeln eines noch nicht näher bestimmten Magnesiasilicates eingewachsen.

2. Howardit (so genannt zu Ehren Howard's, der zuerst einen Meteorstein analysirte), ein feinkörniges Gemenge von Olivin und einem weißen Silicat, (Anorthit?) mit wenig Chrom und Nickeleisen.

3. Chassignit, bis jetzt nur in einem bei Chassigni gefallenen Exemplare bekannt, ein kleinkörniger, eisenreicher Olivin mit wenigen Körnern von Chromeisenerz.

4. Chladnit (zu Ehren Chladni's so genannt), ein Gemenge von Shepardit mit einem Thonerdesilicate und geringen Mengen von Nickeleisen und Magnetkies. Nur der Meteorit von Bishopville gehört hierher.

5. Shalkit, der Meteorit von Shalka, ein feinkörniges Gemenge von vorwaltendem Olivin mit Shepardit und Chromeisenerz.

6. Die kohligen Meteoriten von Bokkeveld und Alais.

7. Eukrit, ein körniges Gemenge von Augit und Anorthit mit geringen Mengen von Magnetkies, etwas Nickeleisen, und zuweilen Olivin.

Bei Vergleichung der Meteoriten, der kosmischen Gesteine, mit den tellurischen findet Rose beide wesentlich verschieden. Nur der Eukrit kommt auch als tellurisches Gestein vor, indessen ist der irdische Eukrit weit grobkörniger als der meteorische.

Mehrfach ist schon von Brandstiftungen berichtet worden, die durch Feuerkugeln oder Meteoriten verursacht worden sein sollen. Wiewohl die Sache an sich nicht unmöglich, ja nicht einmal unwahrscheinlich ist, so sind doch diese Fälle meist nur unsicher verbürgt. Auch im vorigen Jahre wurde ein solcher leider auch nicht ganz sicher verbürgter Fall aus Frankreich berichtet. Am Abende des

4. Mai brannte nämlich der aus 80 Häusern bestehende Ort Vernicourt bei Nolay ab. Die Feuersbrunst soll durch einen um 9 1/2 Uhr gefallenen Meteorstein verursacht worden sein, dem man allgemein die Entzündung eines Strohdaches Schuld gab.

Die Oberfläche der Sonne.

ist Gegenstand einer ausführlichen Schilderung in dem vorigen Jahrgange dieses Jahrbuches gewesen. Seitdem sind indessen einige neue Beobachtungen bekannt geworden, welche wir hier nachtragen.

Gewöhnlich unterscheidet man bei einem Sonnenflecken den dunkleren Kernfleck und den ihn umgebenden helleren Hof oder die Penumbra. Es hat indessen G. Spoerer in Anklam beobachtet, daß eine solche Unterscheidung nicht statthaft ist, denn bei hinlänglicher Vergrößerung und vorzüglicher Beschaffenheit der Luft hat dieser Beobachter die Höfe in zahllose kleine dunkle Flecken aufgelöst gesehen. Dieselbe Bemerkung hat auch P. Secchi in Rom gemacht.

Spoerer hat ferner als Resultat länger fortgesetzter Beobachtungen den Satz ausgesprochen, daß die Flecken sich oberhalb heller Flächen, oberhalb der Fackelflächen befinden. Unter dieser Voraussetzung ist die Erscheinung leicht erklärlich, daß wenn ein mit einem Hof umgebener Flecken sich dem westlichen Rande der Sonne nähert, das ganze Gebilde matter, der Hof aber relativ dunkler wird, so daß man bei etwa 5'' Abstand vom Rande Hof und Kern nicht mehr zu unterscheiden vermag. Nach der Herschel'schen Trichtertheorie würde man allerdings sagen, daß dann der Kern gar nicht mehr, sondern nur noch die von uns abgewendete Trichterwand als Hof sichtbar sei. Indessen ist diese Erklärung, abgesehen von anderen Unzuträglichkeiten der Herschel'schen Theorie, schon aus dem Grunde nicht zutreffend, weil Spoerer dieselbe Erscheinung auch an solchen Flecken wahrgenommen hat, die nur südlich oder nördlich behoft waren. Der Hof erscheint nach Spoerer nur darum heller, als der Kern, weil zwischen den zahllosen kleinen Flecken, welche den Hof bilden, die darunter befindliche helle Fläche sichtbar ist. Diese Zwischenräume werden aber bei der Annäherung an

den Rand mehr und mehr verdeckt und so kommt es, daß bei großer Nähe des Randes der Kern von dem Hofe nicht mehr zu unterscheiden ist. Die verschiedenen Schattirungen der Kerne rühren davon her, daß die helle untere Fläche mehr oder weniger durchschimmert. Kerne, welche auffällig weniger dunkel erscheinen, als gewöhnlich, erweisen sich bei starker Vergrößerung als zerissen und von zarten Lichtlinien durchzogen.

Zu einer direct entgegengesetzten Ansicht ist indessen Secchi ekommen. Am 5. Aug ust beobachtete derselbe nämlich einen großen Flecken, den er schon längere Zeit verfolgt hatte, als derselbe dem Rande der Sonne sehr nahe gekommen. Er erblickte denselben von dem Rande durch eine sehr glänzende Lichtlinie getrennt, welche über den Sonnenrand hervorragte, während man auf beiden Seiten deutlich eine Depression wahrnehmen konnte. Es wurde diese Erscheinung in derselben Weise wahrgenommen und gezeichnet von Tacchini, dem Director der Sternwarte in Palermo, einem in Sonnenbeobachtungen sehr erfahrenen Astronomen, der sich damals in Rom aufhielt. Daraus schließt nun Secchi, daß die Fackeln Erhöhungen, die Flecken aber Vertiefungen sind. Es muß indessen bemerkt werden, daß auch Spoerer das Hervorragen seiner Fackeln über den Rand der Sonne hinaus mehrfach wahrgenommen hat, daß derselbe aber diese Erscheinung als eine Folge der Strahlenbrechung, also als nur scheinbar betrachtet und daß er auch die erwähnte Beobachtung Secchi's auf diese Art erklärt.

Jedenfalls können wir also nicht sagen, daß diese Frage bis jetzt durch die Beobachtungen endgültig entschieden ist.

Weiter führen wir noch an, daß Spoerer aus seinen Beobachtungen für die tägliche Rotation eines Fleckens die Formel

$$16^{0}, 8475 - 3^{0},3812 \sin (b + 41^{0}13')$$

gefunden hat, in welcher b die heliographische Breite des Fleckens bedeutet. Doch ist diese Formel nicht anwendbar für die erste Phase der Entwickelung der Fleckengruppen.

Außer den Flecken und Fackeln sind auf der Sonnenoberfläche noch die Protuberanzen bemerkenswerth, welche man bei totalen Sonnenfinsternissen dann wahrnimmt, wenn die

dunkle Scheibe des Mondes eben den Rand der Sonne von innen berührt oder ihn nur wenig überragt, also am Anfange und am Ende der totalen Verfinsterung. Die schwarze Scheibe des Mondes zeigt sich nämlich bei totalen Sonnenfinsternissen mit der sogenannten Corona oder Lichtkrone umgeben, einem mit weißem Lichte leuchtenden Ringe, der nach verschiedenen Richtungen hin Strahlenbüschel aussendet. In dieser Corona hat man nun bei der totalen Finsterniß am 8. Juli 1842 mit großer Bestimmtheit röthliche berg= oder flammenähnliche Gestalten am Rande der Scheibe wahrgenommen, welche Arago zu der Annahme einer besondern Umhüllung der Sonne geführt haben. Aehnliche Phänomene wurden auch bei der Sonnenfinsterniß im Sommer 1851, besonders schön und zahlreich aber am 18. Juli 1860 wahrgenommen. Bei der totalen Sonnenfinsterniß, welche an dem letztgenannten Tage in Spanien beobachtet wurde, sind zahlreiche solche Protuberanzen von vielen Astronomen gesehen, genau abgezeichnet und auch photographirt worden. Im Ganzen neigt sich die Mehrzahl der Astronomen dahin, daß diese Protuberanzen der Sonne selbst angehören, sowie Arago vermuthete, ohne daß indessen die gegentheilige Ansicht zum Schweigen gebracht wäre, nach welcher Protuberanzen und Corona nur optische Erscheinungen sind, die durch den Vorübergang der Sonnenstrahlen am Mondrande bewirkt werden. Da die Protuberanzen nur bei totalen Sonnenfinsternissen beobachtet werden können, so ist jedes solche Ereigniß von hohem Interesse für die Wissenschaft; auch das vergangene Jahr brachte ein solches, nämlich

Die totale Sonnenfinsterniß vom 25. April.

Dieselbe war allerdings nicht bei uns in Europa, sondern nur in einem Theile von Afrika, im Atlantischen Ocean und in Südamerika sichtbar. Beobachtungen derselben sind nur in Rio de Janeiro und in Chile angestellt worden; in St. Catharina und am Cap Frio, wohin eigene Expeditionen abgeschickt wurden, verhinderte die Witterung jede Beobachtung.

Im kaiserlichen Palaste von St. Christovaõ in Rio de Janeiro beobachtete der Kaiser Dom Pedro II. den Moment der ersten innern Berührung um 10 U. 27 M. 7, 3 S.

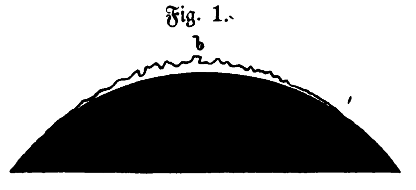
mittl. Zeit der Sternwarte. Die Ungunst der Witterung vereitelte hier die übrigen Beobachtungen.

Auf der Sternwarte von Rio de Janeiro dagegen konnte man wenigstens die Corona deutlich wahrnehmen, wie der Baron de Prados berichtet. Von Protuberanzen aber war Nichts zu sehen, wenn man nicht etwa einen mehrere Sekunden breiten blauvioletten Ring am westlichen Mondrande dahin rechnen will. Uebrigens verhinderte auch hier das trübe Wetter die meisten Beobachtungen. Der Himmel war so bedeckt, daß von helleren Sternen auf der Sternwarte nur Venus wahrgenommen werden konnte, in den südlicher gelegnen Stadttheilen sollen indessen auch noch einige Sterne erster Größe gesehen worden sein.

In Chile wurde die Finsterniß auf dem Gute San Christóbal (37° 6′ südl. Br. u. 72° 45′ westl. L. von Grenwich) von dem Mechanikus L. Grosch in Santiago und von Vergara, einen Zögling der dortigen Sternwarte beobachtet; der Astronom Moesta befand sich damals in Europa.

Beim Beginn der totalen Finsterniß stand die Sonne hinter einer Wand von Schichtwolken; man konnte indessen die milchweiße Corona wahrnehmen. Kurz vor dem Ende der Totalität trat die Sonne in eine Schicht Cirruswolken und nun sah man etwa $2^1/_2$ bis 3 Sekunden lang am westlichen Rande eine Protuberanz, von welcher die beistehende Abbildung eine ungefähre Vorstellung giebt. Dieselbe erschien als ein sägeförmiger Saum, welcher bei der Stelle der letzten Brührung von Sonne und Mond, am höchsten war und etwa den sechsten Theil des Mondrandes umgab. Die Farbe derselben wechselte vom Carmin in Pfirsichblüthroth; am Mondrande war sie gelblich. Einen Moment vor dem Durchbruche des ersten Sonnenstrahles verschwand die ganze Erscheinung und es zeigten sich dafür an der Stelle, wo die Protuberanzen am höchsten gewesen waren, drei dunkle Hervorragungen, welche im Augenblicke des Erscheinens des ersten Lichtstrahles

Fig. 1.



plötzlich verschwanden, ähnlich wie wenn man einen dünnen Stab aus einer zähen Flüssigkeit zieht, wodurch Theilchen der Flüssigkeit mit dem Stabe gehoben werden, und dann plötzlich abreißen, um das Niveau wieder herzustellen.

Noch deutlicher wurden die Protuberanzen von dem Pater Cappelletti in der Stadt Concepcion, 36°43' südl. Br. und 73°8' westl. Länge von Greenwich wahrgenommen. „Den ersten Eindruck," so schreibt derselbe, „den ich nach dem gänzlichen Verschwinden der Sonne empfing, war ein ungeheurer Feuerberg in Form eines Hornes von rosiger Farbe 57 Grad vom Zenith entfernt gegen Nordwest. Ich konnte diese Protuberanz während der ganzen Dauer der totalen Finsterniß beobachten, nämlich 2 Min. 22 Sek. lang. Dieser Protuberanz fast gegenüber befand sich eine kleinere von einer lichteren Farbe, aber von derselben Form; unter dem Horne lagerte sich eine Wolke von derselben Farbe. Ich schätze die Höhe der erstern 2' 40", die der zweiten 2' 0". Nach 38 Sekunden Zeit erschien eine Reihe gefärbter Flammen, so daß der Rand des dunkeln Mondes sich nach und nach in Feuer setzte; der rosige Bogen umfaßte etwa 90 Grad. Die Form war die eines Rosenkranzes, aber die Körner waren zum Theil verlängert oder wellenförmig. Das Licht war ungemein lebhaft und ich war erstaunt, über demselben einen isolirten Punkt zu bemerken, der in lebhaftem Roth gefärbt war; ich sage einen Punkt, weil er so ungemein klein war. Nach der östlichen Seite hin fiel mir keine Protuberanz auf. Als die Sonne verschwand zeigten sich drei Lichtbüschel die auf dem Rande des Mondes senkrecht standen. Der hellste, der einen solchen Glanz zeigte, daß er im Fernrohre das Auge blendete, hatte dieselbe Position, wie die zweite Protuberanz; der zweite Lichtbüschel war dem ersten fast entgegengesetzt, die Grenzen waren abgerundet. Der dritte Lichtbüschel nahm im Bezug auf die beiden ersten die Spitze eines gleichschenkligen Dreieckes ein und war sehr schwach . . . . Was mich im Momente des Aufblitzens des ersten Sonnenstrahles in hohem Grade in Staunen setzte, war der Rand der Sonne. Dieser Rand erschien wie der Ocean beim Cap Horn mit seinen gewaltigen Wogen. Die Protuberanzen verschwanden, die Corona aber blieb noch 36 Sekunden lang sichtbar.

Auch auf dem Gebiete der Messung der Lichtstärke der Gestirne, in der

Astrophotometrie,

sind in der letzten Zeit Forschritte gemacht worden.

Seitdem durch Bouguer (1698—1758) und Lambert (1728—1777) die Photometrie wissenschaftlich begründet worden, haben sich Physiker wie Astronomen bemüht, für die Lichtintensität der Himmelskörper zuverlässige, auf genauen Messungen beruhende Zahlwerthe zu gewinnen. Bedeutende Fortschritte hat die Photometrie der Himmelskörper in den letzten Jahrzehnten gemacht; denn während noch Sir John Herschel die praktische Anwendung genauer photometrischer Methoden als „ein Desideratum der Astronomie“ bezeichnet und das Geständniß macht daß „die Lichtmessung noch in der Kindheit liege“, kommt dagegen Seidel bei seinen neuesten, im Jahre 1862 veröffentlichten photometrischen Untersuchungen zu dem Ergebnisse, daß man die nächsten Verbesserungen der an Gestirnen erhaltenen photometrischen Resultate nicht sowol von der Anwendung genauerer Beachtungsmethoden, als vielmehr von einer andern Bearbeitung des durch die Beobachtungen gelieferten Materials zu erwarten habe. Es handelt sich dabei namentlich um die richtige Beachtung des Einflusses, den die zu verschiedenen Zeiten und in verschiedenen Höhen wechselnde Durchsichtigkeit der atmosphärischen Luft ausübt.

Den Einfluß, den die verschiedene Höhe der Sterne ausübt, hat allerdings Seidel schon näher untersucht und bereits im Jahre 1852 eine „Tafel für die Extinction des Lichtes in der Atmosphäre“ veröffentlicht. Auch ist die Richtigkeit dieser Tafel durch neuere Untersuchungen von Zöllner bestätigt worden. Die übrigen störenden Einflüsse der Atmosphäre sind aber zur Zeit noch nicht näher ergründet und können daher auch nicht in Rechnung gebracht werden. Die Wirkung dieser Einflüsse ist aber bedeutender, als die Fehler sind, die in der Unvollkommenheit der Instrumente und Beobachtungsmethoden begründet sind, und man darf daher von der Erfindung neuer photometrischer Instrumente allein keine wesentlich größere Genauigkeit unserer Kenntniß des Lichtwerthes der verschiedenen Gestirne erwarten. Es

befindet sich daher rücksichtlich der instrumentalen Hilfsmittel die Astrophotometrie bereits in demselben Stadium, wie die beobachtende Astronomie hinsichtlich der optischen Kraft ihrer Meßinstrumente. Auch hier wächst bei Anwendung stärkerer Vergrößerungen die durch atmosphärische Einflüsse bedingte Unruhe der Bilder in solchem Grade, daß dadurch die Vortheile der stärkeren Vergrößerung wieder aufgehoben werden.

Außer Seidel in München hat sich in den letzten Jahren besonders J. C. Friedrich Zöllner in Leipzig durch seine astrophotometrischen Untersuchungen verdient gemacht. Von besonderem Interesse sind die von diesem Astronomen gemachten Bestimmungen der Lichtintensität verschiedener Körper unseres Sonnensystems, über welche derselbe in der Schrift „Photometrische Untersuchungen mit besonderer Rücksicht auf die physische Beschaffenheit der Himmelskörper." Leipzig, Wilh. Engelman 1865 ausführlicher berichtet hat.

Zu diesen Untersuchungen hat sich Zöllner eines von ihm eigens zu diesem Zwecke construirten Instrumentes bedient. Mit Hilfe desselben werden die beobachteten Sterne mit einem künstlichen Sterne von constanter Lichtstärke verglichen, dessen Intensität aber in genau meßbarem Grade soweit vermindert werden kann, daß sie der Intensität des jedesmal beobachteten Sternes gleichkommt. Man erfährt auf diese Weise das Verhältniß, zwischen der Lichtintensität des beobachteten Sternes und der künstlichen constanten Lichtquelle und wenn man mehrere Sterne auf diese Art mit dem künstlichen Sterne vergleicht, so läßt sich leicht das Verhältniß der Intensitäten dieser verschiedenen Sterne ableiten. Es ist aber nicht dieses Princip, wodurch sich das Zöllner'sche Photometer von anderen zu dem gleichen Zwecke dienenden Apparaten unterscheidet, sondern die wesentliche Eigenthümlichkeit besteht in der Art und Weise, wie Zöllner das Licht des künstlichen Sternes abschwächt. Derselbe wendet hierzu einen Polarisationsapparat an und hat daher seinem Instrumente den Namen Polarisations-Astrometer beigelegt.

Dieses Astrometer besteht nun im Wesentlichen aus einem Fernrohr, in dessen unterem, noch dem Ocular hingelegenen Theile eine planparallele Glasplatte unter einem Winkel von 45° gegen die Achse geneigt aufgestellt ist. Auf der nach

dem Ocular zu liegenden Seite dieser Glastafel entsteht das von dem Objective des Fernrohres entworfene Bild des Sternes, dessen Lichtstärke man mit der künstlichen Lichtquelle verglei=chen will.

Seitwärts von dieser Glastafel ist nun ein Rohr in das Fernrohr eingesetzt, dessen Achse gleichfalls einen Winkel von 45° mit der Ebene der Glastafel bildet, so daß also ein Lichtstrahl, welcher in der Achse dieses Rohres eintritt von der spiegelnden Glasplatte so zurückgeworfen wird, daß er in der Achse des Fernrohres weiter nach dem Ocular hingeht. An dem vom Fernrohre abgewendeten Ende dieses seitlichen Rohres befindet sich eine kleine Oeffnung, durch welche das Licht einer Petroleumflamme fällt, welche, wenn sie auf glei=cher Höhe erhalten wird, sehr genau dieselbe Helligkeit beibe=hält. Diese Lichtstrahlen treffen am andern Ende des Rohres auf eine Sammellinse, welche dieselben zu einem Bilde vereinigt, welches dicht neben das Bild des beobachteteten Sternes zu liegen kommt. Um nun die Intensität dieses künstlichen Sternes soweit zu vermindern, daß derselbe ebenso hell er=scheint, wie der natürliche, befinden sich in dem seitlichen Rohre zwei Nicol'sche Prismen. Das eine, dem Fernrohre zunächst gelegne ist fest, das andere, nach der Petroleum=flamme hinliegende, ist um die Achse des Rohres drehbar, und die Größe dieser Drehung kann an einem Kreise mit Nonius abgelesen werden. Ueber diese Nicol'schen Prismen und über die Polarisationserscheinungen im Allgemeinen verweisen wir unsere Leser auf das im nächsten Abschnitte bei Gelegenheit der Beschreibung des Wild'schen Saccharimeters zu Erwähnende. Zum Verständnisse des Apparates sei hier nur das erwähnt, daß bei einer gewissen Stellung des drehbaren Nicols das meiste Licht durch das Rohr geht, während, wenn man den Nicol dreht, die Intensität des Lichtes im quadratischen Ver=hältniß das Cosinus des Drehungswinkels abnimmt und bei einer Drehung von 90° gleich Null wird, von wo an sie wieder zunimmt, bis sie bei 180° wieder so groß als in der ersten Stellung ist. Um die Intensität des Sonnen=lichtes bestimmen zu können hat Zöllner auch in dem Fern=rohre selbst ein Paar Nicol'sche Prismen angebracht durch welche die Helligkeit nach Bedürfniß geschwächt werden kann.

Außerdem hat Zöllner zu Intensitätsbestimmungen bei Sonne und Mond noch ein anderes Photometer construirt, bei welchem die Abschwächung des Lichtes gleichfalls mittels eines Nicol'schen Prismas erfolgt, bei dem aber nicht leuchtende Punkte mit einander verglichen werden, sondern leuchtende Flächen. Es wird hier die eine Hälfte des Gesichtsfeldes von der Sonne oder dem Monde, die andere Hälfte aber durch die künstliche Lichtquelle erleuchtet.

Da es nicht gut möglich ist, in kurzer Zeit eine hinlänglich große Anzahl von Intensitätsbestimmungen des Vollmondlichtes zu erlangen, sondern da die Mondbeobachtungen bei verschiedenen Phasen stattfinden, so müssen die Resultate dieser Beobachtungen benutzt werden, um daraus die Intensität des Vollmondes zu berechnen. Hierzu mußte zunächst eine brauchbare Formel gefunden werden. Es hat nun allerdings bereits Lambert eine Theorie der relativen Lichtstärke der Mondphasen geliefert, allein diese beruht auf mehreren nicht zulässigen Voraussetzungen und weicht allzustark von der Erfahrung ab. Zöllner hat aber eine andere Formel abgeleitet und dieselbe auch an einer Reihe von Beobachtungen bewährt gefunden.

Was nun die Ergebnisse der Zöllner'schen Beobachtungen betrifft, so hat derselbe mit Hilfe des oben zuletzt erwähnten Astrometers gefunden, daß die Intensität des Sonnenlichtes 618000 mal so groß ist, wie die des Vollmondlichtes, während aus den Beobachtungen mit dem zuerst beschriebenen Instrumente sich für dasselbe Verhältniß die Zahl 619600 ergab.

Das Verhältniß zwischen der Lichtintensitäten von Sonne und Vollmond ist schon im Jahre 1725 von Bouguer bestimmt worden; derselbe fand dafür die Zahl 300000. Davon weicht bedeutend ab der Werth, welchen Wollaston aus seinen im Jahre 1799 angestellten Beobachtungen ableitete, nämlich 801072. Diese beiden einander ganz widersprechenden Angaben waren die einzigen, welche man bis vor Kurzem für dieses wichtige Verhältniß hatte. In neuerer Zeit hat auch der jüngst verstorbene Director der Sternwarte von Harvard College in Cambridge (Massechussets), G. P. Bond, das fragliche Verhältniß zu bestimmen versucht. Zu

dem Zwecke verglich er die Intensität des Sonnen- und Mondlichtes mit bengalischen Flammen. Es können indessen diese Beachtungen, die außerdem nur in sehr kleiner Anzahl angestellt worden sind, keine große Bedeutung beanspruchen und die Zahl 470980, welche Bond fand, ist jedenfalls sehr unzuverlässig. Dagegen bietet die große Uebereinstimmung der beiden von Zöllner mit verschiedenen Instrumenten erlangten Zahlwerthe eine Gewähr für die Richtigkeit dieser Zahlen selbst.

Zöllner hat nun noch weiter die Verhältnißzahlen zwischen den Lichtintensitäten der Sonne und der größeren oberen Planeten für ihre mittlere Opposition bestimmt, und hat dabei folgende Zahlen erhalten:

Mars	6 944 000 000
Jupiter	5 472 000 000
Saturn (ohne Ring)	130 980 000 000
Uranus	8486 000 000 000
Neptun	79 620 000 000 000.

Demnach ist das Licht der Sonne fast 7000 Millionen mal so stark als das des Mars und ziemlich 80 Billionen mal so stark als das des Neptun.

Da die unteren Planeten, Merkur und Venus, sich nie in der Opposition beobachten lassen und die theoretische Reduction der Lichtstärke einer Phase auf die der Opposition nicht gut thunlich erscheint, so konnten für diese Planeten die entsprechendenden Zahlen nicht angegeben werden.

Aus der Intensität des Lichtes, welches die Planeten uns zusenden, läßt sich ein Schluß machen auf ihre sogenannte Albedo, d. h. auf das Verhältniß des von ihnen zurückgeworfenen Lichtes zu dem auf sie fallenden Sonnenlichte. Dieselbe beträgt beim

Mond	0,1195
Mars	0,2672 ± 0,0155
Jupiter	0,6238 ± 0,0355
Saturn	0,4981 ± 0,0249
Uranus	0,6406 ± 0,0544
Neptun	0,4648 ± 0,0372

Diese Zahlen geben indessen nur die scheinbare Albedo, d. h. den Werth, den man erhält, wenn man den betreffenden Himmelskörper sich als eine von allen Unebenheiten freie Kugel denkt. Beachtet man dagegen, daß der Mond mit Gebirgen bedeckt ist, und nimmt man 52° als deren mittleren Elevationswinkel an, so erhält man statt 0,1195 den Werth 0,1736, welcher die wahre Albedo angiebt, sofern die gemachte Voraussetzung zulässig ist. Die vorstehenden Zahlen geben uns also allerdings keine genaue Vorstellung von dem Lichtzurückwerfungsvermögen der verschiedenen Planeten, aber das Eine ist doch sicher, daß nämlich dieses Vermögen nicht geringer ist, als die Zahlen es angeben.

Es ist nun ohne Zweifel von Interesse, diese Bestimmungen zu vergleichen mit den Werthen der Albedo bekannter irdischer Körper. Leider steht uns aber in dieser Hinsicht kein großes Material von Beobachtungen zur Verfügung. Allerdings hat schon Lambert in seiner Photometrie eine Methode für derartige Beobachtungen beschrieben und nach derselben auch die Albedo einiger Körper bestimmt, wobei er für weißes Papier den Werth 0,4102 gefunden hat. Dagegen hat Zöllner für die Albedo des weißen Papieres den Werth 0,7 gefunden und durch Vergleichung mit dem weißen Papier ist von ihm auch noch die Albedo folgender Körper ermittelt worden:

Frisch gefallener Schnee	0,783
Weißes Papier	0,700
Weißer Sandstein	0,237
Thonmergel	0,156
Quarz-Porphyr	0,108
Feuchte Ackererde	0,079
Dunkelgrauer Syenit	0,078.

Hieraus geht hervor, daß der Mond, der von allen in dieser Hinsicht untersuchten Himmelskörpern die kleinste Licht reflectirende Kraft hat und sich etwa wie Thonmergel oder Sandstein verhält. Es ist dieses in Uebereinstimmung mit einer Bemerkung von John Herschel. Derselbe hat nämlich bei seinen Beobachtungen am Cap sehr oft den Mond beobachtet, wenn er

gerade hinter der grauen senkrechten Wand des Tafelberges unterging; beide Körper, der Mond und die verwitterten Sandsteinmassen des Tafelberges wurden dann von der eben aufgehenden Sonne erleuchtet. Es war aber alsdann der Mond im Betreff seiner Helligkeit fast nicht zu unterscheiden von den erleuchteten Sandsteinmassen.

Untersuchungen der Spektra von Fixsternen und Nebelflecken.

Seitdem Bunsen und Kirchhoff die schöne Entdeckung gemacht haben, daß das Licht, welches von glühenden Gasen ausgeht, wenn man es durch ein Prisma zerlegt und zu einem Spektrum ausbreitet, helle Linien in diesem Spektrum liefert, durch welche die verschiedenen chemischen Elemente charakterisirt sind, ist die Spektralanalyse ein erwünschtes Hilfsmittel für die Untersuchungen des Chemikers wie des Astronomen geworden. Indem wir rücksichtlich des Allgemeinen auf S. 116 u. f. des vorigen Jahrganges verweisen, wollen wir hier nur einige astronomische Ergebnisse vorführen, welche durch diese Methode gewonnen worden sind.

Die Spektra der Fixsterne sind in neuerer Zeit namentlich von W. Huggins und W. A. Miller auf dem Observatorium des Erstgenannten zu Upper Tulse-Hill genauer untersucht worden.

Durch diese Untersuchungen sind im Aldebaran (α im Stier) folgende Elemente nachgewiesen worden: Natrium, Magnesium, Wasserstoff, Calcium, Eisen, Wismuth, Tellur, Antimon, Quecksilber.

Algol (β im Pegasus) und Beteigeuze (α im Orion) haben ungefähr dasselbe Spektrum; es konnten nur wenige Streifen bemerkt werden. Sicher nachgewiesen wurde die Anwesenheit von Natrium und Magnesium, zweifelhaft sind Baryum, Eisen und Mangan.

Im Spektrum des Sirius waren fünf starke und eine große Anzahl feiner Streifen zu erkennen. Constatirt wurde die Anwesenheit von Natrium, Magnesium und Wasserstoff,

weniger sicher erschien die des Eisens. Spuren von Natrium, Magnesium und Wasserstoff wurden auch bei Wega in der Leier bemerkt, Spuren von Natrium, bei der Capella, beim Arctur, Prokyon und Deneb. Dagegen fehlen Natrium, Magnesium und wahrscheinlich auch Eisen beim Pollux.

Im Ganzen sind die Beobachter geneigt, den Fixsternen eine ähnliche Constitution zuzuschreiben, wie der Sonne, wiewohl auch unter ihnen nicht unwesentliche Unterschiede stattfinden mögen.

Außer einer großen Anzahl von Fixsternen haben dieselben Beobachter auch eine Reihe von Nebelflecken untersucht. Diese Körper liefern ein Spektrum, welches gänzlich von dem der Fixsterne verschieden ist. Während nämlich das der Letzteren continuirlich ist und im Spektrometer bandartig erscheint, besteht das Spektrum der Nebelflecken nur aus wenigen getrennten Lichtstreifen. Huggins und Miller untersuchten zunächst acht sogenannte planetarische Nebel, die als kreisförmige oder elliptische Scheiben erscheinen. Der erste Nebelfleck, welcher untersucht wurde war ein im Drachen gelegener (37 Herschel IV). Der größte Theil des Lichtes concentrirte sich in eine glänzende grüne Linie; in einiger Entfernung davon und durch einen dunkeln Zwischenraum von ihr geschieden konnte man eine zweite helle Linie und in dem dreifachen Abstande eine nur wenig leuchtende dritte Linie bemerken. Die erste erwähnte Linie, welche die übrigen an Helligkeit bedeutend übertraf, coincidirte genau mit derjenigen hellen Linie, welche man mit noch anderen hellen Linien im Spektrum des elektrischen Induktionsfunkens beobachtet, wenn derselbe in einer Stickstoff-Atmosphäre überspringt, die schwächste Linie coincidirt mit derjenigen, welche im Spektrum dieses Funkens beobachtet wird, wenn er in einer Wasserstoff-Atmosphäre überschlägt, die dritte Linie endlich gehört den Baryumspektrum an. Außerdem ließ sich in einiger Entfernung von den Streifen noch ein äußerst schwaches Spektrum erkennen. Spätere Untersuchungen haben Huggins zu der Ansicht geführt, daß dieses schwache Spektrum von der festen oder flüssigen Masse des Kernes herrührt. Dieselben drei hellen Streifen wurden auch bei den

übrigen Nebelflecken beobachtet; und bei einigen war noch ein vierter Streifen zu erkennen. Auch im Nebel des Orion bemerkte Huggins in Uebereinstimmung mit Pater Secchi in Rom die erwähnten drei hellen Streifen. Eine abweichende Bemerkung hat indessen Secchi bei einem planetarischen Nebel in der Wasserschlange gemacht. Dieser Nebel ist ein sehr ausgebreitetes Objekt, sein äußerer Durchmesser beträgt 33.″42 und wenn daher die Parallaxe auch ½″ betrüge, so würde diese schon einen Durchmesser geben, der den der Neptunsbahn bei weitem übertrifft. Im Spektroskop zeigte das Licht dieses Nebels nur eine einzige grüne Linie von bedeutender Intensität.

In Folge dieser Beobachtungen ist Huggins zu folgenden von ihm in der Sitzung des Royal Institution am 19. Mai vorigen Jahres vorgetragenen Ansichten gelangt.

Das Licht eines Nebelfleckens kommt von einer im gasförmigen Zustande befindlichen Materie her, welche eine intensive Wärme besitzt. Eine solche gasförmige Masse bietet uns nur eine einzige leuchtende Oberfläche dar; das Licht, welches von den weiter zurückliegenden Theilen ausgeht, wird durch die Absorption von Seiten der näher zu uns liegenden leuchtenden Gastheilchen für unsere Wahrnehmung zum größten Theile vernichtet.

Es ist wahrscheinlich, daß zwei der Elemente, welche die meisten Nebelflecken bilden, Stickstoff und Wasserstoff sind.

Die Ansicht, daß die Nebelflecken eine nebelartige Flüssigkeit seien, aus welcher die Fixsterne durch Concentration gebildet werden, wird durch die spektralanalytischen Untersuchungen nicht bestätigt. In einer solchen Urflüssigkeit müssen nothwendigerweise alle Elemente vorhanden sein, welche sich in den festen Himmelskörpern finden und es müssen sich demgemäß alle die hellen Linien in dem Spektrum der Nebelflecken finden, welche diesen Elementen angehören und denen entsprechend man in dem Spektrum der Fixsterne wie der Sonne dunkle Linien erblickt. Dieses ist aber nicht der Fall, es widerspricht dem die Einfachheit der Spektra fast aller untersuchten Nebel.

Eine gewisse Verdichtung ist allerdings bei vielen Nebeln

angezeigt durch die Anwesenheit eines Kernes oder wenigstens einzelner Partien von mehr condensirtem Ansehen. Nach der Ansicht von Huggins bestehen indessen selbst solche Nebel, die ein ausgebreitetes Spektrum geben und die neue schwache Anzeigen von Auflösbarkeit aufweisen, wie es bei dem großen Nebel in der Andromeda der Fall ist, nicht nothwendig aus einer Anhäufung von Sternen. Es können gasförmige Nebel sein, die durch den Wärmeverlust oder durch Einwirkung anderer Kräfte angefüllt sind mit Theilen einer Materie, die in einem Zustande der Condensation und der Durchsichtigkeit ist.

Wenn die Beobachtungen von Lord Rosse, Bond u. A. nach welchen der ringförmige Nebel in der Leier und der große Orionnebel sich in deutlich getrennte glänzende Punkte auflösen lassen, als richtig zugestanden werden, so haben wir uns diese Nebel nicht als einförmige Massen von Gas, sondern als eine Anhäufung getrennter Gasmassen zu denken. Es ist dabei allerdings noch die Frage, wie es möglich ist, daß solche Nebel ihre Form beständig beibehalten, trotzdem, daß die einzelnen Theile in Bewegung sind.

Die Ansicht, daß die Nebelflecken sich in ungeheuren Entfernungen von unserem Sonnensysteme befinden, gründet sich hauptsächlich auf die Annahme, daß dieselben aus getrennten Sternen bestehen und also erst in großer Entfernung aufhören auflösbar zu sein. Diese Ansicht ist indessen ohne reelle Grundlage, wenigstens bei den Nebeln, welche ein aus nur wenigen glänzenden Linien bestehendes Spektrum geben. Es kann wohl sein, daß einzelne dieser Körper nicht weiter von uns entfernt sind, als die glänzendsten Fixsterne.

Im Großen und Ganzen betrachtet scheinen die Nebelflecke eine andere Konstitution und Bestimmung im Universum zu haben, als die Sonne und die Fixsterne.

Bemerkenswerth ist übrigens der Umstand, daß die Spektra der Nebelflecke von den für den Stickstoff charakteristischen hellen Linien nur eine einzige zeigen, obgleich einige der andern fast eben so hell sind, wie in den Spektren der Nebelflecken beobachteten. Andererseits zeigt von etwa 30 Elementen, welche der Spektralanalyse unterworfen wurden, kein einziges

eine mit der fraglichen Linie übereinstimmende. Es ist nicht unwahrscheinlich, daß hierdurch in den Nebelflecken ein noch elementarerer Stoff angedeutet ist, als der Stickstoff ist. Der letztere würde dann ein zusammengesetzter Körper sein, welcher aber jenen Elementarstoff enthält.

Wenn oben erwähnt wurde, daß der Andromedanebel ein ausgebreitetes Spektrum gegeben habe, so muß nachträglich bemerkt werden, daß Huggins und Miller auch noch bei vier anderen Nebeln ein solches Spektrum beobachtet haben. Es waren diese Spektra mit dunkeln Linien durchsetzt, welche, wie aus den Untersuchungen von Kirchhoff bekannt, durch die in der äußeren Hülle erfolgende Absorption der Lichtstrahlen, die aus dem Innern kommen, entstehen, und die wir in großer Zahl im Spektrum der Sonne und der Fixsterne wahrnehmen. Die für die planetarischen Nebel charakteristischen hellen Linien fehlen dagegen.

Veränderliche Sterne.

Wie bereits im vorigen Jahrg. angegeben wurde hat sich die Zahl der uns bekannten veränderlichen Sterne in der letzten Zeit beträchtlich vermehrt. Während aber die früher bekannten Veränderlichen fast sämmtlich dem blosen Auge sichtbar waren, ist der größte Theil der neu entdeckten teleskopisch. In neuerer Zeit haben George F. Chambers und Baxendell ein Verzeichniß der bisjetzt entdeckten Veränderlichen publicirt, welches nachstehend mit Berücksichtigung verschiedener von Schjellerup in Kopenhagen und Schönfeld in Mannheim gelieferten Berichtigungen und Zusätze folgt:

Nr.	Bezeichnung des Sternes.	Periode in Tagen.	Lichtveränderung.	Entdecker und Jahr der Entdeckung.		Rectascension. 1870	Declination. 1870
			Größe			St. M. S.	Gr. M.
1	R Andromeda		6—?	Argelander	1868	0 17 10	+37 51.0
1a	R Cassiopeia			Tycho de Brahe	1572	0 17 36	63 25.5
2	T Fische	143 ±	9.7—11	Luther	1855	0 25 17	13 49.3
3	α Cassiopeia	79.1	2—2.5	Birt	1831	0 33 9	55 49.4
4	U Fische		9—12	Hind		0 37 34	6 35.1
5	S Cassiopeia		?—13 —	Argelander		1 10 9	71 54.2
6	S Fische	13 ±	9—13	Hind	1851	1 10 46	8 14.2
7	R ″	343	7—9.5	″	1850	1 23 56	2 11.1
8	V ″		6—9	Argelander	1863	1 47 29	8 45.5
9	R Widder	186	8—12 —	Argelander	1855	2 8 42	24 26.8
10	Mira Walfisch	332.336	2—12 —	Fabricius	1596	2 12 19	— 3 33.9
11	φ Perseus	33	4—?	Schmidt		2 56 10	+38 20.1
12	β ″	2.86727	2.5—4	Montanari	1669	2 59 41	40 27.2
13	R ″		9—13 —	Schönfeld	1861	3 21 47	35 13.2
14	λ Stier	3.952	4—4.5	Baxendell	1848	3 53 29	+12 7.3
15	U ″		9—10.4.	″	1862	4 14 15	19 30.5
16	T ″					4 14 25	19 13.5
17	R ″	327	9.7—13.3—	Hind		4 21 11	19 52.4
			8—13.5—	″	1849		
18	S ″	375	10—13 —	Oudemans		4 22 5	9 39.4
19	R Orion	378	9—12.5	Hind	1848	4 51 55	7 56.0

Nr.	Bezeichnung des Sternes.	Periode in Tagen.	Lichtveränderung.	Entdecker und Zeit der Entdeckung.	Rectascension.	Declination.
			Größe		St. M. S.	Gr. M.
20	ε Fuhrmann	350	3.5—4. 5	Heis 1846	4 52 34	43 37. 7
21	R Hase		7—?	Schmidt 1855	4 53 41	—15 0. 2
22	R Fuhrmann			Argelander	5 6 48	+53 26. 2
23	α Orion	196 ±	1—1. 5	J. Herschel 1836	5 48 8	7 22. 8
24	α Argo				6 21 4	—52 37. 5
25	R Einhorn		10—13	Schmidt	6 32 4	+ 8 52. 5
26	ζ Zwillinge	10.16	3.8—4. 5	Schmidt 1847	6 56 24	20 45. 0
27	R "	370	7.3—11	Hind 1848	6 59 32	22 54. 2
28	R Kl. Hund	367 ±	8 – 10	Argelander 1854	7 1 32	10 13. 2
29	S " "	335	8.5—11—	Hind 1856	7 25 39	8 35. 8
30	S Zwillinge	294.07	9.2—13.5—	Hind 1848	7 35 14	23 45. 7
31	T Zwillinge	288.64	9—13. 5—	Hind 1848	7 41 29	24 3. 6
32	U "	97	9—13.5—	" 1848	7 47 23	22 20. 6
33	R Krebs	357	6—10—	Schwerd 1829	8 8 29	12 12. 3
34	U "	306	9—13.5—	Chacornac	8 28 19	19 21. 0
35	S "	9.48	8—10. 5	Hind 1848	8 36 13	19 30. 1
36	S Hydra	256	8.5—13. 5	" 1848	8 46 47	3 33. 8
37	T "	292 u. 326	6.5—10. 5	" 1858	8 49 20	— 8 39. 2
38	T Krebs	455 ±	9.5—12	" 1851	8 49 14	+20 20. 8
39	α Hydra	55	2.5—3	J. Herschel 1837	9 21 11	— 8 5. 6
39 a	R Kl. Löwe				9 37 46	+35 6. 6

40	R Löwe	312.57	5—11.5	Koch	1782	9 40 34	+12 - 1.9
41	R gr. Bär	301.90	7—13	Pogson	1853	10 35 25	69 27.5
42	η Argo	46 Jahr	1—4	Burchell	1827	10 40 1	—58 59.1
43	α Gr. Bär	?	1.5—2	Lalande	1786	10 55 42	+62 27.1
44	S Löwe	192 Tage	9—13—	Chacornac		11 4 7	6 10.0
45	R Haar der Berenice	365 +	8—13—	Schönfeld	1856	11 57 34	19 30.7
46	T Jungfrau	337	8—13—	Boguslawski	1849	12 7 56	— 5 18.3
47	21 "		5.5—			12 27 4	8 44.1
48	T Gr. Bär	257	6.7—13—	Argelander		12 30 29	60 12.7
49	R Jungfrau	146	6.5—11—	Harding	1809	12 31 54	7 42.7
51	S Gr. Bär	222.6	7.5—12	Pogson	1853	12 38 14	61 48.3
50	U Jungfrau	212	7.5—12—	Harding	1832	12 44 3	6 15.7
52	V "	252	7.5—13—	Goldschmidt	1857	13 21 7	— 2 31.1
53	R Hydra	449.5	4—10—	Maraldi	1704	13 22 36	22 36.4
54	W Jungfrau		8.5	Hind		13 23 39	8 56.1
55	S "	380.11	6—11	"	1852	13 26 13	6 31.1
56	η Gr. Bär.		1.5—2	Lalande	1786	13 42 24	+49 57.8
57	X Jungfrau		8.5	Hind		13 47 39	11 48.0
58	T Bootes		9.7—14—	Baxendell	1860	14 7 59	19 40.2
59	S "		8—12	Argelander	1860	14 18 32	54 24.2
60	R Camelopard	265	7—13	Winnecke		14 27 33	54 25.3
61	R Bootes	196	8—12	Argelander		14 31 27	27 18.4
62	U "		9.5—13	Baxendell	1864	14 34 48	28 1.4

Nr.	Bezeichnung des Sternes.	Periode in Tagen.	Lichtveränderung.	Entdecker und Jahr der Entdeckung.	Rectascension.	Declination
					St. M. S.	Gr. M.
63	S Waage		8—9. 5	Schumacher	14 15 11	— 11 47. 5
64	T „		8. 5—10	Hind	14 49 33	3 40. 5
65	β Kl. Bär	2—3 Jahr	2—2. 6	W. Struve 1838	14 51 6	+74 40. 5
66	S Schlange	359 Tage	8—10 —	Harding 1828	15 15 35	14 46. 8
67	S Krone		6. 5	Hencke 1860	15 16 6	31 50. 8
68	R „	350	6. 2—13 —	Pigott 1795	15 43 13	28 33. 4
69	R Schlange	352	6. 5—10 —	Harding 1826	15 44 43	15 32. 1
70	R Waage	722	9—13.5—	Pogson 1858	15 46 13	—15 50. 8
71	R Herkules	310	8.5—13.5	Argelander	16 0 4	+18 43. 3
72	T Skorpion		7—13 —	Auwers 1860	16 9 17	—22 38. 6
73	R „	648	9—14 —	Chacornac 1853	16 9 54	22 36. 6
74	S „	364	9—13 —	„ 1854	16 9 55	22 34. 6
75	U „		9. 5—13. 5	Pogson 1863	16 14 59	17 34. 5
76	U Herkules		7—13	Hencke 1860	16 20 3	+19 10. 6
77	30 „	106	5—6	Baxendell 1857	16 24 22	42 9. 6
78	T Ophiuchus		10.5—13—	Pogson 1860	16 26 18	—15 51. 3
79	S „	229.3	9.3—13.5—	„ 1854	16 26 46	16 53. 3
80	S Herkules	305	7.5—12. 5	Schönfeld 1856	16 45 59	+15 9. 9
81	Hinds Nova		4.5—13.5—	Hind 1848	16 52 13	—12 41. 5
82	R Ophiuchus	304.6	8—13.5—	Pogson 1853	17 0 18	15 54. 9
83	α Herkules	88.5	3. 1—3. 9	W. Herschel 1795	17 8 [illegible]	14 [illegible]

84	T Herkules	160	7. 9—13 —	Argelander		18 4 10	+31 0. 1
85	T Schlange	310	10. 5—14—	Baxendell	1860	18 22 28	6 12. 3
86	ϰ Südl. Krone		3—6	Halley	1676	18 24 25	—38 50. 2
87	R Schild Sobiesky's	71.75	5—9	Pigott	1795	18 40 32	5 49. 4
88	β Leier	12.906	3. 5—4. 5	Goodricke	1784	18 45 15	+33 12. 7
89	R "	46.	4. 2—4. 6	Baxendell	1855	18 51 22	43 46. 6
90	R Adler	351.5	6. 5—	Argelander	1855	19 0 7	8 1. 9
91	T Schütze		8. 5—12—	Pogson	1863	19 8 43	—17 11. 0
92	R "	465	8—13—	"	1858	19 9 3	19 32. 0
93	S "		10. 5—	"	1860	19 11 49	19 15. 0
94	R Schwan	416.72	8—14—	"	1852	19 33 20	+49 54. 5
95	11 Fuchs			Anthelm	1760	19 42 15	26 59. 4
96	"		7—10	Rogerson	1837	19 43 3	26 57. 4
97	η Adler	7.1763	3. 6—4. 4	Pigott	1784	19 45 51	0 40. 4
98	χ Schwan	406.06	5—13—	G. Kirch	1687	19 45 33	32 34. 5
99	η "		4. 5—5. 5	J. Herschel	1842	19 51 26	34 44. 3
100	S "	324	9—13—	Argelander		20 2 46	57 36. 7
101	T Adler	124+	8. 9—11. 3	Baxendell	1863	20 5 39	15 14. 9
102	R Steinbock		9. 5—13. 5	Hind		20 4 1	—14 43. 2
103	R Pfeil	70.88	8. 3—10. 3	Baxendell	1859	20 8 7	+16 19. 8
104	S Adler		9—12—	Hencke	1851	20 8 39	8 41. 7
105	R Schwan	18 Jahr+	3—6—	Jansen	1600	20 13 0	37 37. 0
106	R Cepheus	73 Jahr+	5—11	Pogson	1856	20 23 44	88 44. 0
107	R Delphini	284 Tage	8—11	Baxendell	1860	20 37 6	16 37. 1
108	S "		8. 6—12	"	1863	20 39 19	15 56. 1

Nr.	Bezeichnung des Sternes.	Periode in Tagen.	Lichtveränderung.	Entdecker und Jahr der Entdeckung.		Rectascension.	Declination.
			Größe.			St. M. S.	Gr. M.
109	T Wassermann	197	7. 8	Goldschmidt	1861	20 43 5	6 2. 2
110	U Steinbock	420	11—13. 5—	Pogson	1857	20 40 54	15 15. 6
111	R Fuchs	147	8—13. 5	Argelander		20 58 36	23 18. 3
112	T Steinbock	274	9—14	Hind		21 14 50	—15 42. 5
113	S Cepheus	470	8. 9—11. 12	Winnecke		21 36 47	+78 2. 3
114	U "	5—6 Jahr	4 – 6	W. Herschel	1782	21 39 31	58 11. 1
114a	T Pegasus		10—13	Hind	1863	22 2 33	11 54. 2
115	S Pegasus		8.5—13. 5—	Hind		22 15 39	7 22.0
116	Wassermann		8	Rümker		22 21 31	—10 39. 0
117	δ Cepheus	5.3664 Tage	3. 7—4. 8	Goodricke	1784	22 24 20	+57 45. 0
118	S Wassermann		8—11—	Argelander	1853	22 50 8	—21 1. 8
119	β Pegasus	31.5 oder 43.5	2—2. 5	Schmidt	1848	22 57 27	+27 22. 6
120	R Pegasus	378	8. 5—13. 5	Hind	1848	23 0 7	49. 1
121	T Cepheus		8. 2—8. 8	Argelander	1863	23 14 43	55 19. 9
122	λ Wassermann	354 oder 388.5	7—10—	Harding	1810	23 27 5	50 39. 3
123	R Cassiopeia	434.81	6—14—	Pogson	1853	23 51 49	+50 39 9

Zum Schlusse gedenken wir noch in kurzen Worten der

Untersuchungen über den Einfluß der Bewegung der Gestirne auf die Brechung des Lichtes,

welche W. Klinkerfueß in Göttingen angestellt hat, und welche zu einem sinnreichen Mittel zur Bestimmung der Geschwindigkeiten der Gestirne geführt haben.

Wenn ein Lichtstrahl aus einem durchsichtigen Mittel in ein anderes übergeht, so erleidet er an der Grenze beider Mittel eine Ablenkung von seiner Richtung, er wird gebrochen. Errichtet man in dem Punkte, wo er auf das zweite Mittel auftrifft eine Normale auf der Trennungsfläche, so nennt man die Winkel, welche der auffallende und der gebrochene Strahl mit dieser Normalen bilden, den Einfalls- und den Brechungswinkel. Die Erfahrung hat nun gezeigt, daß für dieselben zwei Mittel, also etwa für Luft und eine bestimmte Glassorte, das Verhältniß zwischen den Sinus des Einfalls- und des Brechungswinkels immer einen und denselben constanten Werth hat, wie groß oder wie klein man auch den Einfallswinkel nehmen mag. Dieses feste Verhältniß heißt der Brechungsindex. Die Undulationstheorie des Lichtes weist nach, daß diese Erscheinung eine nothwendige Folge der ungleichen Fortpflanzungsgeschwindigkeit des Lichtes in den verschiedenen Mitteln ist, und daß der Brechungsindex einfach das Verhältniß zwischen den Geschwindigkeiten im ersten und im zweiten Mittel ist. Sind also v und v′ diese Geschwindigkeiten so hat der Brechungsindex den Werth

$$n = \frac{v}{v'}.$$

Gesetzt nun die Lichtquelle selbst bewegt sich, und ihre auf uns her gerichtete Geschwindigkeit in der Richtung des auffallenden Strahles beträgt g, so muß man in der vorstehenden Formel beide Geschwindigkeiten v und v′ um g vergrößern und der Brechungsindex wird daher

$$n = \frac{v + g}{v' + g}.$$

Die sogenannten Fixsterne sind wie bekannt keineswegs unveränderlich fest an dieselben Oerter gebannt, wie ihr Name

dies andeutet, sondern sie sind eben nur so ungeheuer weit von uns entfernt, daß ihre Bewegungen uns in den relativ kurzen Zeiträumen, während welcher wir dieselben beobachten, nicht auffallen. Bei genauerer Beobachtung ist aber bei vielen Fixsternen eine Eigenbewegung deutlich wahrnehmbar und die Größe derselben bekannt. Das Licht nun, welches von einem in Bewegung begriffenen Sterne kommt, muß sich nach der obigen Theorie jedenfalls anders verhalten, als das von einem ruhig stehenden ausgehende. Indem nun Klinkerfueß Sterne von starker Eigenbewegung mit solchen von geringer Bewegung verglich, fand er nicht blos die obige Theorie bestätigt, sondern es gelang ihm auch, die Geschwindigkeit, mit welcher verschiedene Sterne sich uns nähern oder von uns entfernen, zu berechnen. Die Geschwindigkeit in der Sekunde beträgt u. a. be:

α Persei (Algenib) . . .	+ 2, 0	geogr.	Meilen
o^2 Eridani	+ 13, 4	„	„
Uranus	+ 0, 4	„	„
η Cassiopeiae	— 19, 8	„	„
μ Cassiopeiae	— 11, 7	„	„
Nr. 1830 des Groombridge-Katalog	+ 17, 4	„	„

Der Stern entfernt sich, wenn die Geschwindigkeit mit dem Zeichen + versehen ist, er nähert sich, wenn das Zeichen — gesetzt ist.

Es sind diese Resultate nur die ersten Ergebnisse einer Methode, die uns in der Folgezeit noch manche wichtige Aufschlüsse zu geben verspricht.

II.

Physik und Meteorologie.

Die Lehre von den Aggregatzuständen.

Aus diesem Kapitel müssen wir zunächst erwähnen die

Versuche über das Ausfließen fester Körper unter starkem Drucke durch enge Oeffnungen

welche der berühmte Subdirector des Pariser Conservatoire des Arts et Métiers, Tresca angestellt hat. Aus ihnen geht zunächst hervor, daß feste Körper sich ebenso verhalten wie Flüssigkeiten, wenn man nur hinreichend starke Kräfte auf die ersteren wirken läßt. Bei den tropfbarflüssigen Körpern ist schon die Schwerkraft im Stande, die Lage der Moleküle des Körpers zu verändern. Jedes Molekül sucht, soweit nicht benachbarte Moleküle der Flüssigkeit oder feste Körper, Gefäßwände u. s. w. es hindern, dem Zuge der Schwerkraft Folge zu leisten und eine möglichst tiefe Stelle einzunehmen. Die Flüssigkeit hat daher keine selbständige Gestalt, sie nimmt immer die Form das sie einschließenden Gefäßes ein. Hat dieses in seinem untern Theile irgend eine Oeffnung, so fließt durch diese die Flüssigkeit aus. Bei den festen Körpern dagegen ist der Zusammenhang der einzelnen kleinsten Theilchen ein so kräftiger, daß die Schwerkraft die Stellung der einzelnen Moleküle gar nicht oder doch nur wenig ändert, die Form dieser Körper wird durch die Schwerkraft nur wenig beeinflußt. Nun wissen wir zwar, daß auch bei diesen Körpern

die einzelnen Moleküle nicht absolut unverschiebbar sind, daß also auch diese Körper nicht absolut fest sind, und die Technik macht von diesem Umstande vielfach Gebrauch, um den Körpern neue Formen zu geben; man denke nur an das Hämmern und Walzen der Metalle, an das Drahtziehen u. a. Die letzteren Operationen erinnern sogar in vieler Beziehung an das Ausfließen des Wassers aus Oeffnungen. So wie die Flüssigkeit sich nach der Oeffnung formt, durch welche sie fließt, so bildet sich das Metall nach der Form der Oeffnung durch die es gezogen wird.

Um nun diese Erscheinungen noch genauer studiren zu können, legte Tresca in einem Cylinder von gehöriger Stärke und Festigkeit, dessen Boden mit einer kleinen Oeffnung versehen war, eine Anzahl Bleischeiben über einander und ließ dann einen starken Druck auf dieselben wirken, welcher in einigen Fällen bis auf 100000 Kilogramm stieg. Durch diesen gewaltigen Druck wurde die Metallmasse durch die kleine kreisförmige Oeffnung am Boden gepresst; sie floß dort aus wie eine Flüssigkeit und es zeigte sich also, daß zwischen festen und tropfbarflüssigen Körpern kein qualitativer, sondern nur ein quantitativer Unterschied stattfindet.

Die Tresca'schen Versuche geben aber auch noch weiteren Aufschluß über die Verschiebung, welche die einzelnen Moleküle erfahren, wenn der Metallstrahl, um diesen Ausdruck zu gebrauchen, aus der engen Oeffnung hervordringt. Die hierauf bezüglichen Beobachtungen sind aber deshalb von besonderem Werthe, weil sie einen Schluß gestatten auf die Vorgänge, welche beim Ausflusse tropfbarflüssiger Körper aus Oeffnungen im Boden der Gefäße stattfinden. Es fragt sich hier besonders, wie die einzelnen Moleküle einer Flüssigkeit sich beim Durchgange durch die Oeffnung anordnen. In dieser Hinsicht hat man nun früher gewöhnlich angenommen, daß die einzelnen über einander stehenden parallelen Schichten der Flüssigkeit allmälig zum Ausflusse gelangen, und aus der Theorie dieses Parallelismus der Schichten hat man auch die Geschwindigkeit des Ausfließens berechnet. Wenn nämlich die Wasserschichten allmälig von dem Niveau der Oberfläche bis zur Oeffnung hinabsinken, so muß ein ausfließendes Wassertheilchen nothwendig die Geschwindigkeit haben, welche es durch

Herabfallen von der angegebenen Höhe erlangt. Ist h die Höhe von der Ausflußöffnung, g die Fallbeschleunigung, so muß die Ausflußgeschwindigkeit hiernach

$$\sqrt{2hg}$$

sein. Die Erfahrung hat indessen gezeigt, daß die aus dieser Formel durch Multiplikation mit der Größe der Oeffnung sich ergebende Menge des ausfließenden Wassers in allen Fällen größer ist, als die wirkliche, welche nur etwa 0,62 der berechneten beträgt. Dieser Umstand wird im Allgemeinen dadurch erklärt, daß in der Nähe der Ausflußöffnung die Flüssigkeitstheilchen von allen Seiten nach dieser hinströmen, daß also die Flüssigkeitsschichten dort sich trichterförmig anordnen, was zur Folge hat, daß der austretende Strahl sich verengt und etwas unter der Oeffnung einen kleineren Querschnitt hat als der der Oeffnung ist. Diese Contraction des Strahles bewirkt aber offenbar eine Verminderung der Menge des ausfließenden Wassers, und in der That zeigt sich, daß wenn man die oben angegebene theoretische Geschwindigkeit mit dem Querschnitte des austretenden Strahles an der Contractionsstelle multiplicirt, man sehr nahe die wirkliche Ausflußmenge erhält.

Gerade diese Vorgänge, welche unmittelbar vor und nach dem Durchgange des Wassers durch eine Oeffnung stattfinden, kann man nun an den Metallstäben, welche bei Tresca's Versuchen aus der Oeffnung im Boden des Cylinders ausdrangen, sehr schön studiren. Es lassen nämlich hier die Trennungsflächen der einzelnen Metallschichten, der umgeformten Metallplatten, sehr deutlich die Verschiebung der einzelnen Moleküle erkennen. Sämmtliche Platten sind in der Mitte, da wo die Oeffnung lag, eingedrückt, so daß sie die Form einer nahezu cylindrischen Rotationsfläche haben. Sie bilden so eine Anzahl von in einander gestülpten Röhren. Schneidet man dieselben quer durch, so stellen sich die Trennungsflächen der einzelnen Metallagen als zarte concentrische Linien dar, welche mit den Jahresringen auf dem Querschnitte eines Baumstammes eine überraschende Aehnlichkeit haben. Diese Röhren setzen sich ziemlich weit fort und endigen mit einer nach außen oder nach vorn convexen Fläche. An diesem vor-

dern Ende nimmt die Dicke der Metallschichten von außen nach innen rasch zu; dagegen sind da, wo die äußere wie die innere Schicht nahezu cylinderförmig gestaltet sind, alle Schichten ungefähr gleich dick.

Wenn die Metallschicht im Innern des Cylinders in Folge des Austrittes durch die Oeffnung unter eine gewisse Grenze abgenommen hat, so zeigt der Metallstrahl auch deutlich die Erscheinung der Contraction unterhalb der Oeffnung.

Diese Versuche lassen sich jedenfalls in kleinerem Maßstabe unter Anwendung geringerer Kräfte am besten mit einer Reihe von verschiedenartigen gefärbten Schichten plastischen Thones wiederholen, die man in einem Cylinder über einander legt, dessen Boden eine kleine Oeffnung hat, worauf man mittels eines Kolbens einem Druck auf sie ausübt.

Tresca hat dieselben Versuche auch mit Eis angestellt und es gelang ihm, dasselbe schon bei einem verhältnißmäßig geringem Drucke als soliden Stab durch die Oeffnung zu pressen. Schon ein Druck von 126 Kilogramm auf den Quadrat-Centimeter war zu dem Zwecke ausreichend, während es bei Blei hierzu eines Druckes von 637 Kilogramm bedurfte. Diese Drücke entsprechen Wassersäulen von circa 1300 und 6500 Meter Höhe. Im Ganzen waren die Erscheinungen, welche Tresca bei diesen Versuchen zu beobachten Gelegenheit hatte, nicht verschieden von den oben beschriebenen. Doch zeigten die massiven Eisstäbe, welche durch die Oeffnung gepresst wurden, in ihrer ganzen Ausdehnung zahlreiche tiefe Querspalten, durch welche das Ganze das Ansehen erhält, als wenn es aus einer Anzahl über einander gelegter Platten bestünde. Aehnliche Spalten beobachtete Tresca auch, als er dieselben Versuche mit Thonschichten machte, welche wenig Cohärenz hatten. Indessen hat diese Erscheinung keinen Einfluß auf das Hauptphänomen, die concentrische Anordnung der verschiedenen Schichten, deren Entstehung jedenfalls der Bildung der Spalten vorausgeht, welche letztere beim Austritte des Eises aus der Oeffnung stattfindet, wenn dieses von dem bis dahin auf ihm lastenden Drucke frei wird. Tresca legte der Pariser Akademie zahlreiche Querschnitte von den erhaltenen Eisstäben, so wie auch Photographien derselben vor, auf denen man die Trennungsflächen der einzel-

nen Schichten sehr schön beobachten konnte. Bemerkenswerth ist übrigens noch, daß das Eis beim Durchpressen durch die enge Oeffnung seine Durchsichtigkeit nicht verliert.

Die Erscheinungen welche sich beim Eise darbieten, sind sehr wichtig für die Theorie der Gletscher. In der That erinnern die gekrümmte Form der Schichten am vordern Ende der Eisstäbe, die zahlreichen Hohlräume, welche sich an derselben Stelle zeigen, endlich die transversalen Spalten, welche beim Austritte der Eismasse aus der engen Oeffnung entstehen, ganz auffällig an ähnliche längst bekannte Phänomene bei den Gletschern. Es fehlten eigentlich, um die Uebereinstimmung vollständig zu machen, nur die Anhäufungen fremder Körper, welche man mit dem Namen der Moränen bezeichnet. Durch die Versuche Tresca's ist also ein neuer Beleg dafür geliefert worden, daß jene gewaltigen Eismassen, welche die Thäler der Hochgebirge erfüllen, sich in ihnen thalabwärts bewegen, gerade wie ein Fluß sich in seinem Bette bewegt und daß die verschiedenen Erscheinungen, welche wir an ihnen wahrnehmen, zum großen Theil eine Folge dieses Fortfließens sind.

Wir wenden uns von diesem Gegenstande zur Besprechung einiger neuer Entdeckungen und Erfindungen, die sich auf gasförmige Körper beziehen.

Die neuere Theorie der Gase, welche in innigem Zusammenhange steht mit der mechanischen Wärmelehre, und welche in den letzten Jahren ein Lieblingsgegenstand des Studiums vieler Physiker gebildet hat, hat bereits über manche Fragen einen überraschenden Aufschluß gegeben. Hierher gehört unter andern der Versuch einer

Bestimmung der Größe der Gasmoleküle,

über welchen J. Loschmidt der Wiener Akademie der Wissenschaften einige bemerkenswerthe Mittheilungen gemacht hat. Denken wir uns ein Gas aus getrennten Molekülen bestehend, deren jedes fortwährend in geradliniger Bewegung begriffen ist, bis es an ein anderes Molekül oder an die Gefäßwand stößt, so wird jedes Gasmolekül, welches wir uns kugelförmig denken wollen, einen cylindrischen Raum beschreiben, der für alle Moleküle eines Gases denselben mitt-

leren Werth besitzt, und den man das **molekulare Wegvolumen** nennt. Ist d der Durchmesser eines Moleküles, l die mittlere Länge des Weges, den das Molekül durchläuft, so ist dieses molekulare Wegvolumen gleich

$$\frac{1}{4} d^2 l \pi$$

Dividirt man ferner den ganzen Raum, welchen das Gas einnimmt, mit der Anzahl der Moleküle, so erhält man das **molekulare Gasvolumen**. Bezeichnet man als **Condensationscoefficient** denjenigen Faktor $\frac{1}{\varkappa}$, mit welchem man das Volumen eines Gases multipliciren muß, um den von den Molekülen eingenommenen Raum zu erhalten, so findet man das molekulare Gasvolumen gleich

$$\varkappa \frac{1}{6} d^3 \pi.$$

Nun hat **Maxwell** bei seinen Untersuchungen über die mittlere Weglänge der Gasmoleküle den Satz gefunden, daß das molekulare Gasvolumen $5^1/_3$ mal so groß ist, als das molekulare Wegvolumen, und daß außerdem beide Größen für alle Gase denselben Werth haben. Setzt man für beide Größen ihre im Vorstehenden angegebenen Werthe, so erhält man die Relation

$$d = \frac{1}{\varkappa} 8 l,$$

d. h. der Durchmesser eines Gasmoleküles ist gleich der 8fachen mittleren Weglänge multiplicirt mit dem Condensationscoefficienten.

Der Condensationscoefficient ist aber für die Körper, welche man sowol im gasförmigen als im tropfbarflüssigen Zustande kennt, annäherungsweise bekannt, denn es ist Grund vorhanden zu der Annahme, daß in den Flüssigkeiten die Moleküle einander berühren. Die atmosphärische Luft gehört nicht zu diesen Körpern und doch ist gerade nur für sie die mittlere Weglänge l bekannt, nämlich 0,00017 Millimeter. Indessen hat die Chemie in neuerer Zeit Mittel gefunden, die Dichtigkeit einer Flüssigkeit mit großer Zuverlässigkeit aus ihrer chemischen Zusammensetzung zu berechnen. Wendet man diese Methode auf die atmosphärische Luft an, so erhält man für den

Condensationscoefficienten den Werth $\frac{1}{1155}$ und der Durchmesser eines Luftmoleküles ergiebt sich

$$d = 0{,}00000118 \text{ Millimeter.}$$

Der Durchmesser eines Luftmoleküles ist also ungefähr gleich dem millionsten Theile eines Millimeters.

Da die Wellenlänge des rothen Lichtes in der Luft in runder Zahl 700 Milliontel eines Millimeters beträgt, so ist also der Durchmesser eines Luftmoleküles im Vergleich zur Länge der Lichtwellen eine sehr unbedeutende Größe, nämlich der 700ste Theil der letzteren.

Die gefundene Größe steht zum Millimeter in demselben Verhältnisse wie der Millimeter zum Kilometer; zur Länge einer Linie verhält sich der Werth des Durchmessers ungefähr so wie die Linie selbst zur deutschen Meile.

Ein Kubik-Millimeter Luft enthält nach diesen Bestimmungen 866 Billionen Moleküle; wäre die Luft aber zu einer Flüssigkeit comprimirt, so würde die Zahl der Moleküle 1155 mal so groß sein, also ungefähr eine Trillion betragen auf den Kubik-Millimeter.

Von der reinen Theorie zu den Anwendungen übergehend, erwähnen wir zunächst kurz

die Anwendung der Exosmose und Endosmose gasförmiger Körper zur Erkennung schlagender Wetter,

welche Ansell, ein Beamter der königlichen Münze in London erfunden hat. Der betreffende Apparat läßt sich in sehr verschiedenen Formen herstellen. In der einfachsten Form ist es ein dünner Kautschukball, welcher mit atmosphärischer Luft gefüllt und an einem passenden Orte aufgestellt wird. Auf dem Balle liegt, die Oberfläche desselben ein Wenig eindrückend, der Arm eines Hebels auf, welcher mit einem Läutewerk in Verbindung steht; wird dieser Arm gehoben, so wird das Läutewerk in Thätigkeit versetzt. Kommt nun ein solcher Apparat in eine Atmosphäre, welche gewöhnliches Kohlenwasserstoffgas enthält, so dringt das Gas durch die dünne Kautschukwandung hindurch in den Ballon und die Glocke des Läutewerks ertönt sofort. Auf diese Weise ist es mög-

lich, die Arbeiter einer Grube zu warnen, sobald nur geringe Mengen des gefährlichen Grubengases vorhanden sind.

Die Luftpumpe von Deleuil.

Deleuil in Paris hat sich schon seit dem Jahr 1849 bemüht, die Uebelstände zu beseitigen, welche aus der Anwendung von Schmiermitteln für die Cylinder der Luftpumpen sich ergeben. Röhren und Ventile werden durch das Schmiermittel leicht verstopft und es kommt in Folge dessen nicht selten vor, daß die Maschine unbrauchbar ist, wenn sie einmal längere Zeit nicht thätig gewesen ist.

Diese nur zu häufigen Erfahrungen brachten Deleuil auf den Gedanken, als Schmiermittel dasjenige Fluidum zu benutzen, auf welches die Maschine wirkt, also die Luft. Schon im Jahre 1850 war ihm die Herstellung einer Luftpumpe nach diesem Principe gelungen, die auch auf der internationalen Ausstellung in Paris 1855 zu sehen war. Die Construktion hatte indessen den Fehler zu großer Complikation.

Die neue Construktion, von welcher Deleuil der Pariser Akademie ein Modell vorgelegt hat, beruht auf demselben Principe. Deleuil hat dabei die Erfahrungen benutzt, welche vor längerer Zeit bei der Construktion einer Maschine mit überhitztem Dampfe gemacht hat. Bei dieser Maschine wurde nämlich ein Kolben von geringem Querschnitt in einem Cylinder sehr rasch hin und her bewegt durch den Druck hochgespannter Dämpfe, die man bald auf die eine, bald auf die andere Seite des Kolbens wirken ließ. Dieser Kolben berührte aber die Wände des Cylinders nicht, und dessen ungeachtet ging doch der Dampf nicht von der einen Seite des Kolbens auf die andere über. Es spricht diese Erfahrung jedenfalls dafür, daß Gase nur schwierig in Räumen von capillarem Querschnitt cirkuliren.

Der Hauptheil von Deleuil's Luftpumpe ist ein vollkommen ausgeschmirgelter Cylinder von Krystallglas oder Gußeisen, in welchem ein Metallkolben sich bewegt, dessen Länge mindestens gleich dem doppelten Durchmesser des Cylinders ist. Der Durchmesser dieses Kolbens ist um höchstens $1/_{20}$ Millimeter kleiner als der des Cylinders. Dieser Kolben ist

auf seiner Oberfläche mit feinen Riefen versehen, die höchstens einen Centimeter von einander abstehen.

Die Luft, welche an den Wänden des Cylinders und dem Kolben sich befindet, dient hier statt des Schmiermittels für den Kolben. Der Gang des letzteren ist ein sehr sanfter und wird dieses in immer höherem Maße, je mehr die Verdünnung der Luft zunimmt.

Nach demselben Principe ist auch die Stopfbüchse für die Kolbenstange eingerichtet; auch diese bedarf daher keiner Oelung.

Die Bewegung der Maschine kann durch Menschenhand oder auch durch eine Maschine geschehen. Ein rascher Gang des Kolbens ist nicht nöthig, ja es soll sogar zweckmäßiger sein, denselben nur langsam zu bewegen.

Die kleine Maschine, welche Deleuil der Akademie vorlegte, entfernt bei jedem Hub des Kolbens 3/4 Liter Luft und kostet 500 Franken; es läßt sich damit in einem Raume von 6 bis 10 Liter Inhalt eine Luftverdünnung bis zu 7 Millimeter Quecksilbersäule herstellen, in Räumen von 500 Cubik-Centimeter bis 1 Liter läßt sich die Luftverdünnung bis 4 Millimeter treiben.

Uebrigens kann die Maschine auch als Compressionspumpe angewandt werden, sofern die Verdichtung der Luft nicht weiter getrieben wird, als bis zu einer Spannung von zwei Atmosphären.

Es scheint, diese Luftpumpe hauptsächlich für technische und industrielle Zwecke sehr geeignet zu sein, da sie im Stande ist, in kurzer Zeit in beträchtlichen Räumen eine bedeutende Verdünnung der Luft mit verhältnißmäßig geringem Kraftaufwande herbeizuführen. Dagegen ist der andere Apparat, zu dessen Beschreibung wir nun übergehen,

die neue Quecksilber-Luftpumpe von A. Morren

mehr für Räume von kleinen Dimensionen brauchbar, in denen sie ein vollkommeneres Vacuum zu erzeugen vermag, als dieses mit einer gewöhnlichen Luftpumpe der Fall ist.

Die wesentlichste Einrichtung des Morren'schen Apparates

Fig. 2.



zeigt die beistehende Figur. Auf den Hals des etwa anderthalb Liter fassenden Glasgefäßes G ist die eiserne Hülse M festgekittet, in welche ein Rohr mit einem Hahne A festgeschraubt ist, so daß ein völlig luftdichter Verschluß gebildet wird. Dieser Hahn A, welcher unten noch besonders dargestellt ist, hat eine doppelte Durchbohrung, nämlich eine quer durch den konischen Theil des Hahnes hindurchgehende und eine zweite mn, die in der Mitte zwischen den beiden Mündungen der ersten bei m beginnt, und bei n parallel zur Achse austritt. Beide Durchbohrungen dürfen nur einen geringen Durchmesser haben. Der Hahn selbst muß so sorgfältig als möglich gearbeitet und eingeschmirgelt werden. Mit der Mündung n ist ein rechtwinklig nach oben gebogenes Glasrohr in Verbindung, das oben in ein birnenförmiges Gefäß erweitert ist, welches durch eine enge Glasröhre mit der freien Luft communicirt. Ueber dem Hahne A ist die rechtwinklig gebogene Röhre a befestigt, welche in eine weite, an beiden Enden geschlossene Glasröhre B mündet. An dieser ist weiter das Glasrohr E angeblasen, welches an seinem Ende mit einem Hahn F versehen ist, an welchem man die luftleer zu machenden Röhren, Kolben 2c. befestigt. Auf

der andern Seite ist an dasselbe Reservoir G ein etwa 84 bis 85 Centimeter langes Glasrohr GP befestigt, welches unten mittels eines Kautschukrohres mit dem Dreiweghahne P verbunden ist. Mittels dieses Hahnes kann das Rohr GP willkürlich mit dem seitwärts befindlichen Glasrohr LH in Verbindung gesetzt werden, oder man kann auch jedes dieser beiden Rohre durch die Oeffnung S mit der atmosphärischen Luft in Verbindung setzen. Die Glasröhre LP ist unten durch ein starkes Kautschukrohr luftdicht mit dem Rohre LH verbunden. Letzteres ist oben mittels eines durchbohrten Korkes mit dem etwa 2 Liter fassenden tubulirten Ballon H verbunden. Die eine Tubulatur desselben ist in der Figur nicht sichtbar, da sie nach hinten liegt; sie ist mit einem Korke geschlossen, durch welchen eine enge Glasröhre geht.

Das Rohr PG mit dem Ballon G und den darüber befindlichen Theilen ist in vertikaler Lage befestigt, wogegen sich das Rohr LH auf einem in der Figur durch punktirte Linien angedeuteten Brette befindet, welches unten mit einem Schaniere versehen ist, so daß man das Rohr nach Belieben in die vertikale oder horizontale Lage bringen kann. In letzterer Lage kommt der Ballon H auf eine passende Unterlage zu liegen und die in der Figur nicht sichtbare Tubulatur befindet sich dann auf der oberen Seite des Ballons.

Der Apparat wird nun auf folgende Art benutzt.

Nachdem man das zu evacuirende Gefäß an F angesetzt und mittels des Hahnes P die Verbindung zwischen den Rohren PG und LH hergestellt hat, legt man das letztere horizontal und füllt Quecksilber in das Gefäß H. Der Hahn A wird so gestellt, wie in der separaten Zeichnung unter der Hauptfigur angegeben ist, Y muß vertikal stehen. Jetzt richtet man LH in die vertikale Stellung, das Quecksilber steigt dann in den beiden Rohren gleich hoch und wenn hinreichend viel eingefüllt wurde, so erfüllt es nicht blos das Gefäß G, sondern geht auch durch den Canal mn des Hahnes A in das Gefäß c und steigt bis zum Niveau RR. Hierauf wird der Hahn A gedreht, so daß die Verbindung zwischen G und dem zu evacuirenden Gefäße hergestellt ist. Legt man nun das Rohr LH wieder horizontal, so sinkt das Quecksilber in

dem Rohre GP und es entsteht in G, B und dem bei F angesetzten Gefäße ein luftverdünnter Raum.

Dreht man jetzt den Hahn A wieder so, daß G und c durch den Canal mn communiciren und richtet das Rohr LH wieder vertikal, so wird die in GP befindliche Luft ausgetrieben und das Quecksilber steigt wieder bis RR. Dreht man den Hahn A um, so daß G mit B in Verbindung tritt und legt LH horizontal, so fällt das Quecksilber in PG, die bereits verdünnte Luft aus dem zu evacuirenden Gefäße tritt in den leer gewordenen Raum und wird abermals verdünnt.

Jetzt dreht man A abermals, so daß G und c communiciren, legt LH nieder und beginnt dasselbe Spiel von Neuem.

Durch mehrfache Wiederholung dieses Verfahrens läßt sich sehr rasch eine bedeutende Verdünnung der Luft hervorbringen. Um die Größe der Verdünnung zu messen bringt man das Gefäß B mit einem Quecksilbermanometer in Verbindung

Man bemerkt leicht, daß der ganze Apparat nichts weiter ist, als eine sinnreiche Modification der gewöhnlichen Hahnluftpumpe. Die Röhre PG entspricht dem Stiefel einer solchen Pumpe, die durch Aufrichten und Niederlegen des Rohres LH bald vor bald rückwärts geschobene Quecksilbersäule bildet den Kolben.

Durch die Oeffnung S kann das Quecksilber aus den beiden Röhren abgelassen werden.

Optik.

Daß die Lichterscheinungen in Schwingungen des Äthers ihren Grund haben, ist eine Hypothese, an deren Richtigkeit heut zu Tage kaum noch ein Physiker zweifelt, und eben die consequente Verfolgung dieser Hypothese mit den Hilfsmitteln der Mathematik hat der Lehre vom Lichte unter den verschiedenen physikalischen Disciplien, was ihre wissenschaftliche Ausbildung betrifft, die erste Stelle verschafft. Sind es aber Schwingungen, also Bewegungserscheinungen, welche den Lichterscheinungen zu Grunde liegen, so liegt die Vermuthung nahe, daß diese Bewegungen, die wir uns als verschwindend klein zu denken haben, sich auch von dem Äther auf andere Körper übertragen lassen und merkliche Ortsveränderungen derselben hervorzubringen vermögen. Mit

andern Worten es ist wahrscheinlich, daß das Licht auch eine mechanische Wirkung auszuüben vermag. Zudem weiß man längst, daß auch die Wärme, die man gleichfalls durch schwingende Bewegungen zu erklären versucht, mechanische Wirkungen hervorzubringen vermag und in neuerer Zeit ist es sogar gelungen, in genauen Zahlen die Quantitäten Wärme und mechanische Arbeit anzugeben, die ineinander übergeführt werden können, man hat das sogenannte mechanische Äquivalent der Wärme kennen gelernt. Diesen Untersuchungen, über welche im vorigen Jahrgange dieser Schrift S. 89 u. f. ausführlich berichtet worden ist, sind nun die Versuche an die Seite zu stellen, welche kürzlich Professor Julius Thomsen in Copenhagen angestellt hat, um

das mechanische Äquivalent des Lichtes

zu bestimmen. Dieser Physiker benutzte hierbei den Erfahrungssatz, daß Licht in strahlende Wärme verwandelt werden kann, wenn es von einer schwarzen und glanzlosen Schicht absorbirt wird. Aus der Erwärmung, welche die von Wärmestrahlen befreiten Lichtstrahlen erzeugen, läßt sich dann mittels des bekannten mechanischen Äquivalentes der Wärme (424 Kilogramm-Meter = eine Wärmeeinheit,) das mechanische Äquivalent des Lichtes berechnen.

Die erwärmende Wirkung der Lichtstrahlen wurde mittels eines Thermomultiplikators gemessen. Eine kurze Beschreibung eines solchen Apparates findet der Leser weiter unten im Eingange unserer Beschreibung der neuen thermoelektrischen Ketten.

Zunächst kam es darauf an, die Angaben des Thermomultiplikators auf absolutes Maß zurückzuführen. Die Ausschläge der Multiplikatornadel des Instrumentes geben nämlich ursprünglich nur relative Werthe, d. h. wenn wir nach einander Strahlen zweier Wärmequellen auf die eine geschwärzte Seite der Thermosäule fallen lassen und wir erhalten das erste Mal einen Ausschlag von 12°, das andere Mal einen solchen von 30°, so können wir nur schließen, daß die Wärmemengen in dem Verhältniß von 12 : 30 oder 2 : 5 stehen, wir können aber noch nicht angeben, wie viel Wärmeeinheiten die eine oder die andere Wärmequelle in der Minute liefert. Unter Wärmeeinheit verstehen wir dabei immer die Wärme-

dern Ende nimmt die Dicke der Metallschichten von außen nach innen rasch zu; dagegen sind da, wo die äußere wie die innere Schicht nahezu cylinderförmig gestaltet sind, alle Schichten ungefähr gleich dick.

Wenn die Metallschicht im Innern des Cylinders in Folge des Austrittes durch die Oeffnung unter eine gewisse Grenze abgenommen hat, so zeigt der Metallstrahl auch deutlich die Erscheinung der Contraction unterhalb der Oeffnung.

Diese Versuche lassen sich jedenfalls in kleinerem Maßstabe unter Anwendung geringerer Kräfte am besten mit einer Reihe von verschiedenartigen gefärbten Schichten plastischen Thones wiederholen, die man in einem Cylinder über einander legt, dessen Boden eine kleine Oeffnung hat, worauf man mittels eines Kolbens einem Druck auf sie ausübt.

Tresca hat dieselben Versuche auch mit Eis angestellt und es gelang ihm, dasselbe schon bei einem verhältnißmäßig geringem Drucke als soliden Stab durch die Oeffnung zu pressen. Schon ein Druck von 126 Kilogramm auf den Quadrat-Centimeter war zu dem Zwecke ausreichend, während es bei Blei hierzu eines Druckes von 637 Kilogramm bedurfte. Diese Drücke entsprechen Wassersäulen von circa 1300 und 6500 Meter Höhe. Im Ganzen waren die Erscheinungen, welche Tresca bei diesen Versuchen zu beobachten Gelegenheit hatte, nicht verschieden von den oben beschriebenen. Doch zeigten die massiven Eisstäbe, welche durch die Oeffnung gepresst wurden, in ihrer ganzen Ausdehnung zahlreiche tiefe Querspalten, durch welche das Ganze das Ansehen erhält, als wenn es aus einer Anzahl über einander gelegter Platten bestünde. Aehnliche Spalten beobachtete Tresca auch, als er dieselben Versuche mit Thonschichten machte, welche wenig Cohärenz hatten. Indessen hat diese Erscheinung keinen Einfluß auf das Hauptphänomen, die concentrische Anordnung der verschiedenen Schichten, deren Entstehung jedenfalls der Bildung der Spalten vorausgeht, welche letztere beim Austritte des Eises aus der Oeffnung stattfindet, wenn dieses von dem bis dahin auf ihm lastenden Drucke frei wird. Tresca legte der Pariser Akademie zahlreiche Querschnitte von den erhaltenen Eisstäben, so wie auch Photographien derselben vor, auf denen man die Trennungsflächen der einzel-

nen Schichten sehr schön beobachten konnte. Bemerkenswerth ist übrigens noch, daß das Eis beim Durchpressen durch die enge Oeffnung seine Durchsichtigkeit nicht verliert.

Die Erscheinungen welche sich beim Eise darbieten, sind sehr wichtig für die Theorie der Gletscher. In der That erinnern die gekrümmte Form der Schichten am vordern Ende der Eisstäbe, die zahlreichen Hohlräume, welche sich an derselben Stelle zeigen, endlich die transversalen Spalten, welche beim Austritte der Eismasse aus der engen Oeffnung entstehen, ganz auffällig an ähnliche längst bekannte Phänomene bei den Gletschern. Es fehlten eigentlich, um die Uebereinstimmung vollständig zu machen, nur die Anhäufungen fremder Körper, welche man mit dem Namen der Moränen bezeichnet. Durch die Versuche Tresca's ist also ein neuer Beleg dafür geliefert worden, daß jene gewaltigen Eismassen, welche die Thäler der Hochgebirge erfüllen, sich in ihnen thalabwärts bewegen, gerade wie ein Fluß sich in seinem Bette bewegt und daß die verschiedenen Erscheinungen, welche wir an ihnen wahrnehmen, zum großen Theil eine Folge dieses Fortfließens sind.

Wir wenden uns von diesem Gegenstande zur Besprechung einiger neuer Entdeckungen und Erfindungen, die sich auf gasförmige Körper beziehen.

Die neuere Theorie der Gase, welche in innigem Zusammenhange steht mit der mechanischen Wärmelehre, und welche in den letzten Jahren ein Lieblingsgegenstand des Studiums vieler Physiker gebildet hat, hat bereits über manche Fragen einen überraschenden Aufschluß gegeben. Hierher gehört unter andern der Versuch einer

Bestimmung der Größe der Gasmoleküle,

über welchen J. Loschmidt der Wiener Akademie der Wissenschaften einige bemerkenswerthe Mittheilungen gemacht hat. Denken wir uns ein Gas aus getrennten Molekülen bestehend, deren jedes fortwährend in geradliniger Bewegung begriffen ist, bis es an ein anderes Molekül oder an die Gefäßwand stößt, so wird jedes Gasmolekül, welches wir uns kugelförmig denken wollen, einen cylindrischen Raum beschreiben, der für alle Moleküle eines Gases denselben mitt=

leren Werth besitzt, und den man das molekulare Wegvolumen nennt. Ist d der Durchmesser eines Moleküles, l die mittlere Länge des Weges, den das Molekül durchläuft, so ist dieses molekulare Wegvolumen gleich

$$\frac{1}{4} d^2 l \pi$$

Dividirt man ferner den ganzen Raum, welchen das Gas einnimmt, mit der Anzahl der Moleküle, so erhält man das molekulare Gasvolumen. Bezeichnet man als Condensationscoefficient denjenigen Faktor $\frac{1}{\varkappa}$, mit welchem man das Volumen eines Gases multipliciren muß, um den von den Molekülen eingenommenen Raum zu erhalten, so findet man das molekulare Gasvolumen gleich

$$\varkappa \frac{1}{6} d^3 \pi.$$

Nun hat Maxwell bei seinen Untersuchungen über die mittlere Weglänge der Gasmoleküle den Satz gefunden, daß das molekulare Gasvolumen $5^1/_3$ mal so groß ist, als das molekulare Wegvolumen, und daß außerdem beide Größen für alle Gase denselben Werth haben. Setzt man für beide Größen ihre im Vorstehenden angegebenen Werthe, so erhält man die Relation

$$d = \frac{1}{\varkappa} 8 l,$$

d. h. der Durchmesser eines Gasmoleküles ist gleich der 8fachen mittleren Weglänge multiplicirt mit dem Condensationscoefficienten.

Der Condensationscoefficient ist aber für die Körper, welche man sowol im gasförmigen als im tropfbarflüssigen Zustande kennt, annäherungsweise bekannt, denn es ist Grund vorhanden zu der Annahme, daß in den Flüssigkeiten die Moleküle einander berühren. Die atmosphärische Luft gehört nicht zu diesen Körpern und doch ist gerade nur für sie die mittlere Weglänge l bekannt, nämlich 0,00017 Millimeter. Indessen hat die Chemie in neuerer Zeit Mittel gefunden, die Dichtigkeit einer Flüssigkeit mit großer Zuverlässigkeit aus ihrer chemischen Zusammensetzung zu berechnen. Wendet man diese Methode auf die atmosphärische Luft an, so erhält man für den

Condensationscoefficienten den Werth $\frac{1}{1155}$ und der Durchmesser eines Luftmoleküles ergiebt sich

$$d = 0{,}00000118 \text{ Millimeter.}$$

Der Durchmesser eines Luftmoleküles ist also ungefähr gleich dem millionsten Theile eines Millimeters.

Da die Wellenlänge des rothen Lichtes in der Luft in runder Zahl 700 Milliontel eines Millimeters beträgt, so ist also der Durchmesser eines Luftmoleküles im Vergleich zur Länge der Lichtwellen eine sehr unbedeutende Größe, nämlich der 700ste Theil der letzteren.

Die gefundene Größe steht zum Millimeter in demselben Verhältnisse wie der Millimeter zum Kilometer; zur Länge einer Linie verhält sich der Werth des Durchmessers ungefähr so wie die Linie selbst zur deutschen Meile.

Ein Kubik-Millimeter Luft enthält nach diesen Bestimmungen 866 Billionen Moleküle; wäre die Luft aber zu einer Flüssigkeit comprimirt, so würde die Zahl der Moleküle 1155 mal so groß sein, also ungefähr eine Trillion betragen auf den Kubik-Millimeter.

Von der reinen Theorie zu den Anwendungen übergehend, erwähnen wir zunächst kurz

die Anwendung der Exosmose und Endosmose gasförmiger Körper zur Erkennung schlagender Wetter,

welche Ansell, ein Beamter der königlichen Münze in London erfunden hat. Der betreffende Apparat läßt sich in sehr verschiedenen Formen herstellen. In der einfachsten Form ist es ein dünner Kautschukball, welcher mit atmosphärischer Luft gefüllt und an einem passenden Orte aufgestellt wird. Auf dem Balle liegt, die Oberfläche desselben ein Wenig eindrückend, der Arm eines Hebels auf, welcher mit einem Läutewerk in Verbindung steht; wird dieser Arm gehoben, so wird das Läutewerk in Thätigkeit versetzt. Kommt nun ein solcher Apparat in eine Atmosphäre, welche gewöhnliches Kohlenwasserstoffgas enthält, so dringt das Gas durch die dünne Kautschukwandung hindurch in den Ballon und die Glocke des Läutewerks ertönt sofort. Auf diese Weise ist es mög-

lich, die Arbeiter einer Grube zu warnen, sobald nur geringe Mengen des gefährlichen Grubengases vorhanden sind.

Die Luftpumpe von Deleuil.

Deleuil in Paris hat sich schon seit dem Jahr 1849 bemüht, die Uebelstände zu beseitigen, welche aus der Anwendung von Schmiermitteln für die Cylinder der Luftpumpen sich ergeben. Röhren und Ventile werden durch das Schmiermittel leicht verstopft und es kommt in Folge dessen nicht selten vor, daß die Maschine unbrauchbar ist, wenn sie einmal längere Zeit nicht thätig gewesen ist.

Diese nur zu häufigen Erfahrungen brachten Deleuil auf den Gedanken, als Schmiermittel dasjenige Fluidum zu benutzen, auf welches die Maschine wirkt, also die Luft. Schon im Jahre 1850 war ihm die Herstellung einer Luftpumpe nach diesem Principe gelungen, die auch auf der internationalen Ausstellung in Paris 1855 zu sehen war. Die Construktion hatte indessen den Fehler zu großer Complikation.

Die neue Construktion, von welcher Deleuil der Pariser Akademie ein Modell vorgelegt hat, beruht auf demselben Principe. Deleuil hat dabei die Erfahrungen benutzt, welche vor längerer Zeit bei der Construktion einer Maschine mit überhitztem Dampfe gemacht hat. Bei dieser Maschine wurde nämlich ein Kolben von geringem Querschnitt in einem Cylinder sehr rasch hin und her bewegt durch den Druck hochgespannter Dämpfe, die man bald auf die eine, bald auf die andere Seite des Kolbens wirken ließ. Dieser Kolben berührte aber die Wände des Cylinders nicht, und dessen ungeachtet ging doch der Dampf nicht von der einen Seite des Kolbens auf die andere über. Es spricht diese Erfahrung jedenfalls dafür, daß Gase nur schwierig in Räumen von capillarem Querschnitt cirkuliren.

Der Haupttheil von Deleuil's Luftpumpe ist ein vollkommen ausgeschmirgelter Cylinder von Krystallglas oder Gußeisen, in welchem ein Metallkolben sich bewegt, dessen Länge mindestens gleich dem doppelten Durchmesser des Cylinders ist. Der Durchmesser dieses Kolbens ist um höchstens 1/20 Millimeter kleiner als der des Cylinders. Dieser Kolben ist

auf seiner Oberfläche mit feinen Riefen versehen, die höchstens einen Centimeter von einander abstehen.

Die Luft, welche an den Wänden des Cylinders und dem Kolben sich befindet, dient hier statt des Schmiermittels für den Kolben. Der Gang des letzteren ist ein sehr sanfter und wird dieses in immer höherem Maße, je mehr die Verdünnung der Luft zunimmt.

Nach demselben Principe ist auch die Stopfbüchse für die Kolbenstange eingerichtet; auch diese bedarf daher keiner Oelung.

Die Bewegung der Maschine kann durch Menschenhand oder auch durch eine Maschine geschehen. Ein rascher Gang des Kolbens ist nicht nöthig, ja es soll sogar zweckmäßiger sein, denselben nur langsam zu bewegen.

Die kleine Maschine, welche Deleuil der Akademie vorlegte, entfernt bei jedem Hub des Kolbens $^3/_4$ Liter Luft und kostet 500 Franken; es läßt sich damit in einem Raume von 6 bis 10 Liter Inhalt eine Luftverdünnung bis zu 7 Millimeter Quecksilbersäule herstellen, in Räumen von 500 Cubik-Centimeter bis 1 Liter läßt sich die Luftverdünnung bis 4 Millimeter treiben.

Uebrigens kann die Maschine auch als Compressionspumpe angewandt werden, sofern die Verdichtung der Luft nicht weiter getrieben wird, als bis zu einer Spannung von zwei Atmosphären.

Es scheint, diese Luftpumpe hauptsächlich für technische und industrielle Zwecke sehr geeignet zu sein, da sie im Stande ist, in kurzer Zeit in beträchtlichen Räumen eine bedeutende Verdünnung der Luft mit verhältnißmäßig geringem Kraftaufwande herbeizuführen. Dagegen ist der andere Apparat, zu dessen Beschreibung wir nun übergehen,

die neue Quecksilber-Luftpumpe von A. Morren

mehr für Räume von kleinen Dimensionen brauchbar, in denen sie ein vollkommeneres Vacuum zu erzeugen vermag, als dieses mit einer gewöhnlichen Luftpumpe der Fall ist.

Die wesentlichste Einrichtung des Morren'schen Apparates

Fig. 2.



zeigt die beistehende Figur. Auf den Hals des etwa anderthalb Liter fassenden Glasgefäßes G ist die eiserne Hülse M festgekittet, in welche ein Rohr mit einem Hahne A festgeschraubt ist, so daß ein völlig luftdichter Verschluß gebildet wird. Dieser Hahn A, welcher unten noch besonders dargestellt ist, hat eine doppelte Durchbohrung, nämlich eine quer durch den konischen Theil des Hahnes hindurchgehende und eine zweite mn, die in der Mitte zwischen den beiden Mündungen der ersten bei m beginnt, und bei n parallel zur Achse austritt. Beide Durchbohrungen dürfen nur einen geringen Durchmesser haben. Der Hahn selbst muß so sorgfältig als möglich gearbeitet und eingeschmirgelt werden. Mit der Mündung n ist ein rechtwinklig nach oben gebogenes Glasrohr in Verbindung, das oben in ein birnenförmiges Gefäß erweitert ist, welches durch eine enge Glasröhre mit der freien Luft communicirt. Ueber dem Hahne A ist die rechtwinklig gebogene Röhre a befestigt, welche in eine weite, an beiden Enden geschlossene Glasröhre B mündet. An dieser ist weiter das Glasrohr E angeblasen, welches an seinem Ende mit einem Hahn F versehen ist, an welchem man die luftleer zu machenden Röhren, Kolben 2c. befestigt. Auf

der andern Seite ist an dasselbe Reservoir G ein etwa 84 bis 85 Centimeter langes Glasrohr GP befestigt, welches unten mittels eines Kautschukrohres mit dem Dreiweghahne P verbunden ist. Mittels dieses Hahnes kann das Rohr GP willkürlich mit dem seitwärts befindlichen Glasrohr LH in Verbindung gesetzt werden, oder man kann auch jedes dieser beiden Rohre durch die Oeffnung S mit der atmosphärischen Luft in Verbindung setzen. Die Glasröhre LP ist unten durch ein starkes Kautschukrohr luftdicht mit dem Rohre LH verbunden. Letzteres ist oben mittels eines durchbohrten Korkes mit dem etwa 2 Liter fassenden tubulirten Ballon H verbunden. Die eine Tubulatur desselben ist in der Figur nicht sichtbar, da sie nach hinten liegt; sie ist mit einem Korke geschlossen, durch welchen eine enge Glasröhre geht.

Das Rohr PG mit dem Ballon G und den darüber befindlichen Theilen ist in vertikaler Lage befestigt, wogegen sich das Rohr LH auf einem in der Figur durch punktirte Linien angedeuteten Brette befindet, welches unten mit einem Schaniere versehen ist, so daß man das Rohr nach Belieben in die vertikale oder horizontale Lage bringen kann. In letzterer Lage kommt der Ballon H auf eine passende Unterlage zu liegen und die in der Figur nicht sichtbare Tubulatur befindet sich dann auf der oberen Seite des Ballons.

Der Apparat wird nun auf folgende Art benutzt.

Nachdem man das zu evacuirende Gefäß an F angesetzt und mittels des Hahnes P die Verbindung zwischen den Rohren PG und LH hergestellt hat, legt man das letztere horizontal und füllt Quecksilber in das Gefäß H. Der Hahn A wird so gestellt, wie in der separaten Zeichnung unter der Hauptfigur angegeben ist, Y muß vertikal stehen. Jetzt richtet man LH in die vertikale Stellung, das Quecksilber steigt dann in den beiden Rohren gleich hoch und wenn hinreichend viel eingefüllt wurde, so erfüllt es nicht blos das Gefäß G, sondern geht auch durch den Canal mn des Hahnes A in das Gefäß c und steigt bis zum Niveau RR. Hierauf wird der Hahn A gedreht, so daß die Verbindung zwischen G und dem zu evacuirenden Gefäße hergestellt ist. Legt man nun das Rohr LH wieder horizontal, so sinkt das Quecksilber in

dem Rohre GP und es entsteht in G, B und dem bei F angesetzten Gefäße ein luftverdünnter Raum.

Dreht man jetzt den Hahn A wieder so, daß G und c durch den Canal mn communiciren und richtet das Rohr LH wieder vertikal, so wird die in GP befindliche Luft ausgetrieben und das Quecksilber steigt wieder bis RR. Dreht man den Hahn A um, so daß G mit B in Verbindung tritt und legt LH horizontal, so fällt das Quecksilber in PG, die bereits verdünnte Luft aus dem zu evacuirenden Gefäße tritt in den leer gewordenen Raum und wird abermals verdünnt.

Jetzt dreht man A abermals, so daß G und c communiciren, legt LH nieder und beginnt dasselbe Spiel von Neuem.

Durch mehrfache Wiederholung dieses Verfahrens läßt sich sehr rasch eine bedeutende Verdünnung der Luft hervorbringen. Um die Größe der Verdünnung zu messen bringt man das Gefäß B mit einem Quecksilbermanometer in Verbindung

Man bemerkt leicht, daß der ganze Apparat nichts weiter ist, als eine sinnreiche Modification der gewöhnlichen Hahnluftpumpe. Die Röhre PG entspricht dem Stiefel einer solchen Pumpe, die durch Aufrichten und Niederlegen des Rohres LH bald vor bald rückwärts geschobene Quecksilbersäule bildet den Kolben.

Durch die Oeffnung S kann das Quecksilber aus den beiden Röhren abgelassen werden.

Optik.

Daß die Lichterscheinungen in Schwingungen des Äthers ihren Grund haben, ist eine Hypothese, an deren Richtigkeit heut zu Tage kaum noch ein Physiker zweifelt, und eben die consequente Verfolgung dieser Hypothese mit den Hilfsmitteln der Mathematik hat der Lehre vom Lichte unter den verschiedenen physikalischen Disciplien, was ihre wissenschaftliche Ausbildung betrifft, die erste Stelle verschafft. Sind es aber Schwingungen, also Bewegungserscheinungen, welche den Lichterscheinungen zu Grunde liegen, so liegt die Vermuthung nahe, daß diese Bewegungen, die wir uns als verschwindend klein zu denken haben, sich auch von dem Äther auf andere Körper übertragen lassen und merkliche Ortsveränderungen derselben hervorzubringen vermögen. Mit

andern Worten es ist wahrscheinlich, daß das Licht auch eine mechanische Wirkung auszuüben vermag. Zudem weiß man längst, daß auch die Wärme ,die man gleichfalls durch schwingende Bewegungen zu erklären versucht, mechanische Wirkungen hervorzubringen vermag und in neuerer Zeit ist es sogar gelungen, in genauen Zahlen die Quantitäten Wärme und mechanische Arbeit anzugeben, die ineinander übergeführt werden können, man hat das sogenannte mechanische Äquivalent der Wärme kennen gelernt. Diesen Untersuchungen, über welche im vorigen Jahrgange dieser Schrift S. 89 u. f. ausführlich berichtet worden ist, sind nun die Versuche an die Seite zu stellen, welche kürzlich Professor Julius Thomsen in Copenhagen angestellt hat, um

das mechanische Äquivalent des Lichtes

zu bestimmen. Dieser Physiker benutzte hierbei den Erfahrungssatz, daß Licht in strahlende Wärme verwandelt werden kann, wenn es von einer schwarzen und glanzlosen Schicht absorbirt wird. Aus der Erwärmung, welche die von Wärmestrahlen befreiten Lichtstrahlen erzeugen, läßt sich dann mittels des bekannten mechanischen Äquivalentes der Wärme (424 Kilogramm-Meter = eine Wärmeeinheit,) das mechanische Äquivalent des Lichtes berechnen.

Die erwärmende Wirkung der Lichtstrahlen wurde mittels eines Thermomultiplikators gemessen. Eine kurze Beschreibung eines solchen Apparates findet der Leser weiter unten im Eingange unserer Beschreibung der neuen thermoelektrischen Ketten.

Zunächst kam es darauf an, die Angaben des Thermomultiplikators auf absolutes Maß zurrückzuführen. Die Ausschläge der Multiplikatornadel des Instrumentes geben nämlich ursprünglich nur relative Werthe, d. h. wenn wir nach einander Strahlen zweier Wärmequellen auf die eine geschwärzte Seite der Thermosäule fallen lassen und wir erhalten das erste Mal einen Ausschlag von 12°, das andere Mal einen solchen von 30°, so können wir nur schließen, daß die Wärmemengen in dem Verhältniß von 12 : 30 oder 2 : 5 stehen, wir können aber noch nicht angeben, wie viel Wärmeeinheiten die eine oder die andere Wärmequelle in der Minute liefert. Unter Wärmeeinheit verstehen wir dabei immer die Wärme-

menge, welche nöthig ist, um ein Kilogramm Wasser um 1° Celsius zu erwärmen.

Thomsen benutzte als Wärmequelle eine Glaskugel, welche 1,351 Kilogramm Wasser enthielt, wobei der thermische Wasserwerth des Glases mit gerechnet wurde. Bei einer Anfangstemperatur des Wassers von 50° Celsius und bei einer Lufttemperatur von 17° Celsius betrug die Abkühlung 0°,185 in der Minute, der Wärmeverlust war also gleich 1,351 . 0,185 = 0,25 Wärmeeinheiten.

Dieser Wärmeverlust stammt aber theilweise von der Ausstrahlung, theilweise von der Abkühlung durch die Berührung mit der Luft her. Es wurde nun auf theoretischem Wege mittels der von Dulong gegebenen Formeln der Theil der obigen Wärmemenge ermittelt, welcher auf Rechnung der Strahlung kommt und gleich 0,102 Wärmeeinheiten in der Minute gefunden.

Wurde diese Wärmequelle in einem Abstande von 0,8 Meter von der Thermosäule aufgestellt, so zeigte die Multiplikatornadel einen constanten Ausschlag von 17°,8. Man kann also schließen, daß eine Wärmequelle oder auch eine Lichtquelle, deren Strahlen von der geschwärzten Fläche der Thermosäule asorbirt und in Wärme umgewandelt werden, und die in 0,8 Meter von der Thermosäule aufgestellt einen Ausschlag der Nadel von 17°,8 bewirkt, in der Minute 0,102 Wärmeeinheiten oder eine äquivalente Menge Licht ausstrahlt. Da nun die Ausschläge der Multiplikatornadel der Wärmemenge die auf die Thermosäule fällt, proportional sind, so entspricht einem Ausschlage der Nadel von 1° eine Wärmestrahlung von 0,00573 Wärmeeinheiten, wenn die Entfernung der Wärmequelle 0,8 Meter beträgt.

Indem dieselbe Wärmequelle nach und nach in anderen Abständen aufgestellt wurde, bestimmte sich Thomsen ähnliche Zahlwerthe für alle die Entfernungen in denen später die Lichtquelle aufgestellt werden sollte.

Als nun ein Licht, welches 8,2 Gramm Walrath in der Stunde verbrannte, in der Entfernung von 0,8 Meter von der Thermosäule aufgestellt wurde, ergab sich ein Ausschlag der Nadel von 36°,5 welche eine Ausstrahlung von 0,00573 . 36,5 = 0,209 Wärmeeinheiten in der Minute entspricht.

Da durch die Verbrennung selbst ungefähr 1,4 Wärmeeinheiten in der Minute entwickelt werden, so erkennt man aus dem vorstehend beschriebenen Versuche, daß nur etwa $^1/_7$ der ganzen entwickelten Wärme die Flamme als strahlende Wärme und als Licht verläßt, während $^6/_7$ durch die erwärmte Luft fortgeführt werden.

Es wurden nun noch Versuche mit intensiven Flammen, mit Gasflammen und der Flamme einer Moderateurlampe angestellt. Aus diesen Versuchen ging hervor, daß die Strahlung der Flamme der Lichtintensität proportional ist und daß sie für die Lichteinheit, als welche das Licht der erwähnten Walrathkerze angenommen wurde, ungefähr 0,2 Wärmeeinheiten beträgt.

Hierbei sind aber die ursprünglichen Wärmestrahlen noch nicht geschieden von den Lichtstrahlen, die erst in Wärme umgewandelt werden. Es müssen daher erstere eliminirt werden. Hierzu bediente sich Thomsen einer 0,2 Meter dicken Wasserschicht. Es überzeugte sich, daß durch eine solche alle Wärmestrahlen, nicht aber alle Lichtstrahlen, absorbirt werden. Ließ er z. B. die von der Flamme eines Bunsen'schen Gasbrenners ausgehenden Strahlen, die fast gar keine Lichtstrahlen enthalten, durch eine solche Schicht gehen und auf die Thermosäule fallen, so blieb die Nadel des Multiplikators unverrückt auf 0° stehen, während sie sofort ausschlug, wenn die Flamme durch Absperrung der Luft oder durch Hineinbringen von Chlornatrium oder dgl. leuchtend gemacht wurde,

Eine solche Wasserschicht absorbirt natürlich auch Lichtstrahlen und die Menge derselben wurde durch besondere Versuche bestimmt und 0,13 gefunden.

Thomsen wiederholte um die oben beschriebenen Versuche nur mit dem Unterschiede, daß er zwischen der Lichtquelle und der Thermosäule einen Glaskasten mit parallelen Wänden von Spiegelglas, der eine Wasserschicht von 0,2 Meter Dicke enthielt, aufstellte. Wurde jetzt wieder der in Graden ausgedrückte Ausschlag der Nadel mit der für die betreffende Entfernung passenden Reduktionszahl (0,00573 für 0,8 Meter Distanz) multiplicirt und das Resultat dann wegen der 0,13 betragenden Lichtabsorption in dem Verhältnisse von 87 : 100 vergrößert, so wurde die Wärmemenge gefunden, welche

den in einer Minute ausgestrahlten Lichtstrahlen entspricht. Diese betrug für die Lichteinheit im Mittel 0,0041 Wärmeeinheiten in der Minute. Dividirt man diese Zahl mit 60, so erhält man die in der Sekunde entwickelte Wärmemenge, und da eine in einer Sekunde frei werdende Wärmeeinheit äquivalent ist 424 Kilogramm-Metern (s. Seite 95 des vorigen Jahrg.), so braucht man das erhaltene Resultat nur mit 424 zu multipliciren, um die mechanische Arbeit zu finden, welche der Lichtstrahlung 1 äquivalent ist. Das Resultat ist 0,02897, oder ungefähr $^1/_{35}$.

Mit andern Worten: die Lichtstrahlen, welche in der Zeit von einer Sekunde ausgehen von der Flamme einer Walrathkerze, welche in der Stunde 8,2 Gramm Walrath consumirt, sind äquivalent $^1/_{35}$ Kilogramm-Meter, d. h äquivalent einer Kraft, welche eine Last von 1 Kilogramm in der Secunde um $^1/_{35}$ Meter oder um ungefähr 29 Millimeter zu heben vermag.

Ist nun auch dieses Resultat nur als ein vorläufiges zu betrachten, so ergiebt sich doch daraus, daß den Lichtstrahlen nur geringe mechanische Leistungen äquivalent sind, daß also das mechanische Aequivalent des Lichtes nur einen kleinen Werth hat. Daher ist auch wenig Aussicht vorhanden, durch Licht einmal beträchtliche mechanische Wirkungen erzeugen zu können, sowie man dieses mittels der Wärme kann.

Die Bestimmung der Wellenlängen verschiedener Lichtarten

ist in der letzten Zeit Gegenstand der Arbeiten verschiedener Physiker gewesen; namentlich haben sich J. Müller, Mascart, Angström und zuletzt L. Ditscheiner damit beschäftigt. Wir führen im Folgenden einige der Resultate an, welche der letztgenannte Physiker im Juli vorigen Jahres der Wiener Akademie vorgelegt hat. Dieselben geben die Wellenlängen verschiedener Fraunhofer'scher Linien in Bruchtheilen eines Millimeters an, zur Vergleichung sind die älteren von Fraunhofer gefundenen Zahlen an die Seite gestellt worden. Die Fraunhofer'schen Linien (s. S. 117 des vorigen Jahr-

ganges) sind wie üblich mit Buchstaben bezeichnet, außerdem ist noch die Farbe des Spektrums angegeben, in der sie liegen.

	Fraunhofer	Ditscheiner
B roth	0,0006878	0,0006883
C roth	0,0006564	0,00065711
D goldgelb	0,0005888	Db 0,00059053
		Da 0,00058989
E grün	0,0005260	0,00052783
F blaugrün	0,0004843	0,00048687
G violett	0,0004291	0,00043170
H violett	0,0003928	0,00039742

Diese Zahlen stimmen auch mit den von Angström gefundenen und relativ, d. h. was ihre Verhältnisse anbelangt, auch mit den Mascart'schen Resultaten überein.

Mascart hat außerdem noch die Wellenlänge der rothen Kaliumlinie gleich 0,000768 Millimeter gefunden und von J. Müller sind folgende Zahlen bestimmt worden:

Wellenlänge der rothen Lithiumlinie = 0,0006763 Mm.
" " gelben Natriumlinie = 0,0005918 "
" " grünen Thalliumlinie = 0,0005348 "
" " blauen Strontiumlinie = 0,0004631 "

Die Erscheinungen, welche man durch die

Polarisation des Lichtes

erklärt, namentlich die Phänomene der Cirkularpolarisation, sind von solcher Wichtigkeit, auch in praktischer Beziehung geworden, daß wir der Beschreibung einiger neuen hierher gehörigen Instrumente einige allgemeine Erörterungen und theoretische Be[illegible]en vorausschicken zu müssen glauben, [illegible]ie zwar nicht [illegible] letzten Zeit Entdecktes enthalten, [illegible] aber zum [illegible]ändniß nöthig sind.

Die ganze [illegible] Lichterscheinungen beruht auf der [illegible]stellung, [illegible]n unendlich kleinen Schwingun[illegible] eines ä[illegible]nd elastischen, alle Räume und Körper [illegible]füllenden Mittels, das wir Aether [illegible] Lichtä[illegible]esteht. Diese Schwingungen können [illegible] sehr verschieden sein. Wir nennen

sie longitudinal, wenn die einzelnen Moleküle in der Richtung hin und herschwingen, nach welcher hin die Bewegung sich fortpflanzt, wie dieses z. B. der Fall ist bei den Bewegungen der Lufttheilchen in einer Orgelpfeife. Sie heißen transversal, wenn sie senkrecht gegen die Richtung der Fortpflanzung stattfinden, wie es z. B. bei den Schwingungen eines Seiles, einer mit dem Bogen gestrichenen oder gerupften Saite der Fall ist. Man kennt bis jetzt keine Erscheinungen, welche auf longitudinale Lichtschwingungen zu schließen nöthigen, und deshalb haben wir uns die Lichtschwingungen als Transversalschwingungen zu denken.

Unter einem Lichtstrahle müssen wir uns nun eine gerade Linie vorstellen, in welcher die einzelnen Aethermoleküle in Schwingungen begriffen sind, welche senkrecht gegen die Richtung der Geraden liegen.

Die nächste Frage ist nun die, welche Form und Richtung diese Schwingungen haben. Bei einem gewöhnlichen Lichtstrahle bietet sich uns zur Entscheidung dieser Frage nur das eine negative Merkmal, daß keine seitliche Richtung vor der andern einen Vorzug hat. Wir können beispielsweise einen horizontal auf uns zukommenden Lichtstrahl, indem wir ihm einen Spiegel entgegenhalten, vertikal nach oben oder nach unten, horizontal nach links oder nach rechts und in jeder willkürlichen schrägen Richtung reflektiren, ohne daß die nach verschiedenen Richtungen reflektirten Strahlen eine auffällige Verschiedenheit erkennen lassen. Wir sind hierdurch jedenfalls zu dem Schlusse berechtigt, daß die Schwingungen der Aethermoleküle bei dem gewöhnlichen Lichte nicht alle in derselben Ebene stattfinden; denn wäre dies der Fall, so müßte jedenfalls der Lichtstrahl in der Richtung senkrecht gegen diese gemeinschaftliche Schwingungsebene ein anderes Verhalten zeigen, als nach der Richtung dieser Ebene selbst.

Nun läßt sich aber in der That das Licht so modificiren, daß seine Strahlen ein solches seitliches Verhalten zeigen, welches uns zu der Annahme nöthigt, daß die Schwingungen der Aethermoleküle in einem derartigen Lichtstrahle sämmtlich

in einer und derselben Ebene liegen. Wir nennen solches Licht geradlinig polarisirt.

Solches Licht läßt sich auf verschiedene Weise herstellen. Fällt ein Lichtstrahl auf einen Glasspiegel unter einem Winkel von $35^1/_2{}^0$, so wird er von demselben reflektirt, aber dabei gleichzeitig polarisirt. Läßt man diesen reflektirten Strahl auf einen zweiten Spiegel wieder unter dem Winkel von $35^1/_2{}^0$ auffallen, so zeigt sich, daß dieser Strahl nicht nach allen Seiten hin in gleicher Weise reflektirbar ist. Um dieses nachzuweisen muß man den zweiten Spiegel so einrichten, daß er um eine zur Richtung des polarisirten Strahles parallele Achse gedreht werden kann, so daß die Ebene des Neigungswinkels, welcher immer $35^1/_2{}^0$ bleibt, oder, was dasselbe ist, die Reflexionsebene des zweiten Spiegels verschiedene Lagen gegen die Reflexionsebene des ersten Spiegels annehmen kann. Es ergiebt sich nun durch den Versuch, daß der zweite Spiegel den auf ihn fallenden Strahl vollständig reflektirt, wenn die Reflexionsebenen beider Spiegel zusammenfallen, daß dagegen bei rechtwinkliger Stellung der beiden Reflexionsebenen der zweite Spiegel den Strahl gar nicht reflektirt. Läßt man also auf den ersten Spiegel das Licht einer Kerzenflamme oder einer weißen Wolke fallen und hält man von dem zweiten Spiegel alles andere Licht, als das vom ersten Spiegel auf ihn geworfene möglichst ab, so wird bei einer gewissen Stellung des zweiten Spiegels, wenn nämlich die beiden Reflexionsebenen zusammenfallen, das Gesichtsfeld des zweiten Spiegels seine größte Helligkeit zeigen. Dreht man nun den zweiten Spiegel, so nimmt die Helligkeit mehr und mehr ab und wenn die Drehung 90^0 beträgt ist das Gesichtsfeld ganz dunkel; bei weiterer Drehung wird es zunächst wieder heller und erreicht bei 180^0 wieder seine größte Helligkeit, dann nimmt die Helligkeit wieder ab, bis bei 270^0 Dunkelheit eintritt, von wo an die Helligkeit wieder zunimmt. Malus, welcher diese Erscheinungen zuerst genauer untersucht hat, hat nachgewiesen, daß die Intensität des vom zweiten Spiegel zurückgeworfenen Lichtes proportional ist dem Quadrat des Cosinus des Neigungswinkels der beiden Reflexionsebenen.

Fig. 3.

Die Art und Weise, wie wir uns die Aethermoleküle eines solchen geradlinig polarisirten Strahles schwingend denken müssen, deutet die beistehende Figur an. Hier ist AB ein Stück des Lichtstrahles, die einzelnen Moleküle sind durch Punkte bezeichnet, die von denselben beschriebenen Bahnen sind gerade Linien, die auf AB senkrecht stehen und *alle in* derselben Ebene liegen. Die Richtung der Bewegung jedes Moleküles ist durch einen kleinen Pfeil angedeutet, außer wenn das Molekül eben seinen höchsten oder tiefsten Stand erreicht hat. Um die Bewegung eines Aethertheilchens in seiner Bahn zu versinnlichen construire man um die mittlere Lage a desselben einen Kreis, dessen Durchmesser 26 gleich der Länge der Bahn ist. Theilt man denselben in 8 gleiche Theile und fällt man von den Punkten 1 und 3, 5 und 7 auf den Durchmesser 26 Senkrechte, welche jenen in b und c treffen, so befindet sich das Aethertheilchen im Anfange einer Schwingung in a, nach Verlauf von $^1/_8$ der Schwingungsdauer in b, nach $^1/_4$ in 2, nach $^3/_8$ in b, nach $^1/_2$ in a, nach $^5/_8$ in c, nach $^3/_4$ in 6, nach $^7/_8$ in c, nach 1 Schwingung wieder in a u. s. f. Die Entfernung zweier Aethertheilchen, welche dieselbe Schwingungsphase haben, also z. B. der beiden Moleküle x und y, welche im tiefsten Punkte ihrer Bahn sich befinden, heißt eine Wellenlänger. Dieselbe ist für verschiedenfarbiges Licht verschieden, aber gleich groß für polarisirtes und für nicht polarisirtes.

Pflanzen sich zwei geradlinig polarisirte Lichtstrahlen von gleicher Wellenlänge, deren Schwingungsebenen aber verschieden sind, in derselben Geraden fort, so geben sie Veranlassung zu Schwingungen des Aethers, die im Allgemeinen in Ellipsen von [illegible] [illegible], [illegible] Ebenen auf der [illegible]pflanzungsrichtung [illegible] [illegible] allen Ell[illegible] [illegible]che von den [illegible] [illegible]schrieben [illegible] die Drehung [illegible] [illegible]ichtung [illegible] [illegible]nkönnn oder [illegible] die M[illegible] [illegible]ipsen parallel [illegible] Min[illegible] [illegible]ipsen sind die

Ruhelagen der Aethertheilchen. Welche Lage diese Achsen haben, das hängt von der Verschiedenheit des Schwingungszustandes oder vom Phasenunterschiede der beiden Lichtstrahlen ab.

Einen Lichtstrahl, der durch solche Aetherschwingungen erzeugt wird, nennt man einen elliptisch polarisirten. In speziellen Fällen, die wir gleich noch betrachten wollen, werden beide Achsen der Ellipse gleich, die Ellipsen gehen in Kreise über und wir haben es dann mit cirkular polarisirtem Lichte zu thun. Ebenso ist es möglich, daß die eine Achse der Ellipse verschwindet; in diesem Falle ist der neu erhaltene Lichtstrahl wieder geradlinig polarisirt, wie die beiden, aus denen er entstand.

Das Charakteristische eines polarisirten Lichtstrahles besteht also darin, daß alle Aethertheilchen parallele, unter einander gleiche und gleichliegende Bahnen (Ellipsen, Kreise oder gerade Linien) beschreiben, deren Ebenen auf der Fortpflanzungsrichtung des Strahles senkrecht stehen.

Was das gewöhnliche Licht betrifft, so hat Dove schon vor längerer Zeit nachgewiesen, daß man einen Strahl erhalten kann, der sich von einem gewöhnlichen Lichtstrahl nicht wesentlich unterscheidet, wenn man einen geradlinig oder elliptisch polarisirten Strahl rasch um seine Achse dreht. Wir können uns hiernach vorstellen, daß in einem gewöhnlichen Strahle die einzelnen Aethertheilchen geradlinige oder elliptische Schwingungen machen, daß aber im ersten Falle die Richtungen der Geraden, im letzteren die Richtungen der Achsen rasch wechseln. Stefan in Wien hat in neuerer Zeit aus seinen Untersuchungen den Satz abgeleitet, daß ein Strahl gewöhnlichen, unpolarisirten Lichtes aus auf einander folgenden linear polarisirten Stücken von wechselnder Polarisationsrichtung besteht. Nach seiner Angabe betragen solche Stücke, welche Schwingungen von einerlei Richtung haben, viele Tausende von Wellenlängen und können auch meilenlang sein.

[illegible] diesen allgemeineren Erörterungen zu[illegible] des cirkular polarisirten Lichtes. Es läßt [illegible]zeigen, daß solches Licht immer entsteht, [illegible]ig polarisirte Lichtstrahlen von gleicher [illegible]eicher Schwingungsweite, die nach einerlei

sie *longitudinal*, wenn die einzelnen Moleküle in der Richtung hin und herschwingen, nach welcher hin die Bewegung sich fortpflanzt, wie dieses z. B. der Fall ist bei den Bewegungen der Lufttheilchen in einer Orgelpfeife. Sie heißen *transversal*, wenn sie senkrecht gegen die Richtung der Fortpflanzung stattfinden, wie es z. B. bei den Schwingungen eines Seiles, einer mit dem Bogen gestrichenen oder gerupften Saite der Fall ist. Man kennt bis jetzt keine Erscheinungen, welche auf longitudinale Lichtschwingungen zu schließen nöthigen, und deshalb haben wir uns *die Lichtschwingungen als Transversalschwingungen* zu denken.

Unter einem Lichtstrahle müssen wir uns nun eine gerade Linie vorstellen, in welcher die einzelnen Aethermoleküle in Schwingungen begriffen sind, welche senkrecht gegen die Richtung der Geraden liegen.

Die nächste Frage ist nun die, welche Form und Richtung diese Schwingungen haben. Bei einem gewöhnlichen Lichtstrahle bietet sich uns zur Entscheidung dieser Frage nur das eine negative Merkmal, daß keine seitliche Richtung vor der andern einen Vorzug hat. Wir können beispielsweise einen horizontal auf uns zukommenden Lichtstrahl, indem wir ihm einen Spiegel entgegenhalten, vertikal nach oben oder nach unten, horizontal nach links oder nach rechts und in jeder willkürlichen schrägen Richtung reflektiren, ohne daß die nach verschiedenen Richtungen reflektirten Strahlen eine auffällige Verschiedenheit erkennen lassen. Wir sind hierdurch jedenfalls zu dem Schlusse berechtigt, daß die *Schwingungen der Aethermoleküle bei dem gewöhnlichen Lichte nicht alle in derselben Ebene* stattfinden; denn wäre dies der Fall, so müßte jedenfalls der Lichtstrahl in der Richtung senkrecht gegen diese gemeinschaftliche Schwingungsebene ein anderes Verhalten zeigen, als nach der Richtung dieser Ebene selbst.

Nun läßt sich aber in der That das Licht so modificiren, daß seine Strahlen ein solches seitliches Verhalten zeigen, welches uns zu der Annahme nöthigt, daß die Schwingungen der Aethermoleküle in einem derartigen Lichtstrahle sämmtlich

in einer und derselben Ebene liegen. Wir nennen solches Licht *geradlinig polarisirt*.

Solches Licht läßt sich auf verschiedene Weise herstellen. Fällt ein Lichtstrahl auf einen Glasspiegel unter einem Winkel von $35\frac{1}{2}^0$, so wird er von demselben reflektirt, aber dabei gleichzeitig polarisirt. Läßt man diesen reflektirten Strahl auf einen zweiten Spiegel wieder unter dem Winkel von $35\frac{1}{2}^0$ auffallen, so zeigt sich, daß dieser Strahl nicht nach allen Seiten hin in gleicher Weise reflektirbar ist. Um dieses nachzuweisen muß man den zweiten Spiegel so einrichten, daß er um eine zur Richtung des polarisirten Strahles parallele Achse gedreht werden kann, so daß die Ebene des Neigungswinkels, welcher immer $35\frac{1}{2}^0$ bleibt, oder, was dasselbe ist, die Reflexionsebene des zweiten Spiegels verschiedene Lagen gegen die Reflexionsebene des ersten Spiegels annehmen kann. Es ergiebt sich nun durch den Versuch, daß der zweite Spiegel den auf ihn fallenden Strahl vollständig reflektirt, wenn die Reflexionsebenen beider Spiegel zusammenfallen, daß dagegen bei rechtwinkliger Stellung der beiden Reflexionsebenen der zweite Spiegel den Strahl gar nicht reflektirt. Läßt man also auf den ersten Spiegel das Licht einer Kerzenflamme oder einer weißen Wolke fallen und hält man von dem zweiten Spiegel alles andere Licht, als das vom ersten Spiegel auf ihn geworfene möglichst ab, so wird bei einer gewissen Stellung des zweiten Spiegels, wenn nämlich die beiden Reflexionsebenen zusammenfallen, das Gesichtsfeld des zweiten Spiegels seine größte Helligkeit zeigen. Dreht man nun den zweiten Spiegel, so nimmt die Helligkeit mehr und mehr ab und wenn die Drehung 90^0 beträgt ist das Gesichtsfeld ganz dunkel; bei weiterer Drehung wird es zunächst wieder heller und erreicht bei 180^0 wieder seine größte Helligkeit, dann nimmt die Helligkeit wieder ab, bis bei 270^0 Dunkelheit eintritt, von wo an die Helligkeit wieder zunimmt. *Malus*, welcher diese Erscheinungen zuerst genauer untersucht hat, hat nachgewiesen, daß die Intensität des vom zweiten Spiegel zurückgeworfenen Lichtes proportional ist dem Quadrat des Cosinus des Neigungswinkels der beiden Reflexionsebenen.



Fig. 3.

Die Art und Weise, wie wir uns die Aethermoleküle eines solchen geradlinig polarisirten Strahles schwingend denken müssen, deutet die beistehende Figur an. Hier ist AB ein Stück des Lichtstrahles, die einzelnen Moleküle sind durch Punkte bezeichnet, die von denselben beschriebenen Bahnen sind gerade Linien, die auf AB senkrecht stehen und alle in derselben Ebene liegen. Die Richtung der Bewegung jedes Moleküles ist durch einen kleinen Pfeil angedeutet, außer wenn das Molekül eben seinen höchsten oder tiefsten Stand erreicht hat. Um die Bewegung eines Aethertheilchens in seiner Bahn zu versinnlichen construire man um die mittlere Lage a desselben einen Kreis, dessen Durchmesser 26 gleich der Länge der Bahn ist. Theilt man denselben in 8 gleiche Theile und fällt man von den Punkten 1 und 3, 5 und 7 auf den Durchmesser 26 Senkrechte, welche jenen in b und c treffen, so befindet sich das Aethertheilchen im Anfange einer Schwingung in a, nach Verlauf von $^1/_8$ der Schwingungsdauer in b, nach $^1/_4$ in 2, nach $^3/_8$ in b, nach $^1/_2$ in a, nach $^5/_8$ in c, nach $^3/_4$ in 6, nach $^7/_8$ in c, noch 1 Schwingung wieder in a u. s. f. Die Entfernung zweier Aethertheilchen, welche dieselbe Schwingungsphase haben, also z. B. der beiden Moleküle x und y, welche im tiefsten Punkte ihrer Bahn sich befinden, heißt eine Wellenlänger. Dieselbe ist für verschiedenfarbiges Licht verschieden, aber gleich groß für polarisirtes und für nicht polarisirtes.

Pflanzen sich zwei geradlinig polarisirte Lichtstrahlen von gleicher Wellenlänge, deren Schwingungsebenen aber verschieden sind, in derselben Geraden fort, so geben sie Veranlassung zu Schwingungen des Aethers, die im Allgemeinen in Ellipsen von statten gehen, deren Ebenen auf der Fortpflanzungsrichtung senkrecht stehen. In allen Ellipsen, welche von den einzelnen Aethertheilchen beschrieben werden, geht die Drehung nach einer und derselben Richtung vor sich, linksum oder rechtsum; außerdem sind die Achsen aller Ellipsen parallel und einander gleich, die Mittelpunkte der Ellipsen sind die

Ruhelagen der Aethertheilchen. Welche Lage diese Achsen haben, das hängt von der Verschiedenheit des Schwingungszustandes oder vom Phasenunterschiede der beiden Lichtstrahlen ab.

Einen Lichtstrahl, der durch solche Aetherschwingungen erzeugt wird, nennt man einen elliptisch polarisirten. In speziellen Fällen, die wir gleich noch betrachten wollen, werden beide Achsen der Ellipse gleich, die Ellipsen gehen in Kreise über und wir haben es dann mit cirkular polarisirtem Lichte zu thun. Ebenso ist es möglich, daß die eine Achse der Ellipse verschwindet; in diesem Falle ist der neu erhaltene Lichtstrahl wieder geradlinig polarisirt, wie die beiden, aus denen er entstand.

Das Charakteristische eines polarisirten Lichtstrahles besteht also darin, daß alle Aethertheilchen parallele, unter einander gleiche und gleichliegende Bahnen (Ellipsen, Kreise oder gerade Linien) beschreiben, deren Ebenen auf der Fortpflanzungsrichtung des Strahles senkrecht stehen.

Was das gewöhnliche Licht betrifft, so hat Dove schon vor längerer Zeit nachgewiesen, daß man einen Strahl erhalten kann, der sich von einem gewöhnlichen Lichtstrahl nicht wesentlich unterscheidet, wenn man einen geradlinig oder elliptisch polarisirten Strahl rasch um seine Achse dreht. Wir können uns hiernach vorstellen, daß in einem gewöhnlichen Strahle die einzelnen Aethertheilchen geradlinige oder elliptische Schwingungen machen, daß aber im ersten Falle die Richtungen der Geraden, im letzteren die Richtungen der Achsen rasch wechseln. Stefan in Wien hat in neuerer Zeit aus seinen Untersuchungen den Satz abgeleitet, daß ein Strahl gewöhnlichen, unpolarisirten Lichtes aus auf einander folgenden linear polarisirten Stücken von wechselnder Polarisationsrichtung besteht. Nach seiner Angabe betragen solche Stücke, welche Schwingungen von einerlei Richtung haben, viele Tausende von Wellenlängen und können auch meilenlang sein.

Wir kehren von diesen allgemeineren Erörterungen zurück zur Betrachtung des cirkular polarisirten Lichtes. Es läßt sich zunächst leicht zeigen, daß solches Licht immer entsteht, wenn zwei geradlinig polarisirte Lichtstrahlen von gleicher Wellenlänge und gleicher Schwingungsweite, die nach einerlei

Richtung sich fortpflanzen, deren Schwingungsebenen auf einander senkrecht stehen und deren Gangunterschied $^1/_4$ Wellenlänge beträgt, zusammentreffen.

Fig. 4.

Sind in beistehender Figur ig und ce die Bahnen der geradlinig polarisirten Strahlen und sind

a, f, g, f, a, h, i, h, a

die Punkte in denen sich das schwingende Aethertheilchen nach $^1/_8$, $^2/_8$ u. s. f. der Schwingungsdauer befinden würde, wenn es nur dem vom ersten Strahle gegebenen Impulse folgen würde, dagegen

e, d, a, b, c, b, a, d, e

die Punkte, in denen sich das Aethertheilchen zu denselben Zeiten vermöge des vom zweiten Strahle gegebenen Impulses befindet, so wird es sich unter dem Einflusse beider Wirkungen der Reihe nach in

e, 4, g, 1, c, 2, i, 3, e

befinden und also einen Kreis durchlaufen in einer Richtung, welche der eines Uhrzeigers entgegengesetzt, also von rechts nach links gerichtet ist. Wir bezeichnen den resultirenden Strahl als einen links gedrehten cirkularpolarisirten.

Fig. 5.

Sind dagegen, wie die beistehende Figur es andeutet,

a, f, g, f, a, h, i, h, a

die Punkte, in denen sich das Aethertheilchen vermöge des vom ersten Strahl erhaltenen Impulses am Ende der auf einander folgenden Achtelschwingungen befindet und

c, b, a, d, e, d, a, b, c

die Punkte für den zweiten Strahl, so bewegt sich das Aethertheilchen durch die Punkte

c, 1, g, 4, e, 3, i, 2, c

also in derselben Richtung wie der Zeiger einer Uhr und wir haben es mit einem rechtsgedrehten cirkularpolarisirten Strahl zu thun.

Man bemerkt, daß in beiden Fällen das Aethertheilchen in dem einen der geradlinigpolarisirten Strahlen sich in seiner Gleichgewichtslage befindet, während es in dem andern Strahle seine größte Elongation oder seine größte Entfernung von diesem Punkte hat.

Sowie man aber ein Paar geradlinig polarisirte Strahlen zu einem cirkularpolarisirten Strahl vereinigen kann, so läßt sich auch umgekehrt dieser wieder in ein Paar auf einander senkrecht schwingende geradlinig polarisirte Strahlen von gleicher Wellenlänge und Schwingungsweite zerlegen, deren Gangunterschied eine Viertelwellenlänge beträgt. Dabei ist die Schwingungsebene des einen Strahles völlig willkürlich, weil in einem Kreise kein Durchmesser vor dem anderen einen Vorzug hat.

Wir wollen jetzt noch den Fall ins Auge fassen, daß zwei cirkularpolarisirte Lichtstrahlen von gleicher Wellenlänge und Schwingungsweite, die nach derselben Richtung sich fortpflanzen aber in entgegengesetztem Sinne gedreht sind, zusammentreffen. Denken wir uns zu dem Zwecke die beiden letzten Figuren auf einander gelegt, so erkennen wir, daß bei jeder Schwingung sich die Aethertheilchen, die dem einen und dem andern Strahle angehören, zweimal begegnen. Wir wollen annehmen, dieses geschehe in i und g. Wir denken uns dann die beiden cirkularpolarisirten Strahlen wie oben angegeben in geradlinig polarisirte Strahlen zerlegt, deren Schwingungen in den Richtungen ig und ce vor sich gehen. Die Schwingungen in der letzteren Richtung heben einander aber auf, denn nach den obigen Aufstellungen sind

e, d, a, b, c, b, a, d, e
und c, b, a, d, e, d, a, b, c

die Punkte, in denen sich das schwingende Aethertheilchen gleichzeitig befinden muß, je nachdem es dem Impulse des einen oder des andern Strahles folgt. Je zwei solche unter einander stehende Punkte sind aber gleichweit entfernt von der Ruhelage, mithin heben sich beide Bewegungen auf. Es bleiben also nur die beiden in gleicher Richtung erfolgenden Schwingungen in ig übrig, welche einen geradlinig polarisirten Strahl mit der Schwingungsrichtung ig geben.

Zwei cirkularpolarisirte Lichtstrahlen von entgegengesetztem Sinne der Drehung, aber gleicher Wellenlänge und Schwingungsweite, die nach derselben Richtung sich fortpflanzen, geben also einen geradlinig polarisirten Strahl. Die Schwingungsrichtung dieses resultirenden Strahles ist bestimmt durch die beiden Punkte, in denen sich die Drehungen in den ursprünglichen Strahlen begegnen.

Umgekehrt kann man sich natürlich auch einen geradlinig polarisirten Lichtstrahl immer in zwei entgegengesetzt gedrehte cirkularpolarisirte Strahlen zerlegt denken.

Wir haben jetzt diese Zusammensetzungen und Zerlegungen eigentlich nur als geometrische Möglichkeiten kennen gelernt und müssen nun einiges über ihr wirkliches Auftreten in der Natur sagen.

Zunächst muß nun darauf aufmerksam gemacht werden, daß die lineare Polarisation des Lichtes nicht bloß bei der Spiegelung, sondern auch in anderen Fällen beobachtet wird. Für das Folgende ist besonders wichtig die Polarisation, welche gleichzeitig mit der Doppelbrechung eintritt. Mit diesem Namen bezeichnet man die zuerst von Erasmus Bartholinus am isländischen Doppelspath entdeckte und in einem besonderen, im Jahre 1669 in Kopenhagen erschienenen Werke beschriebene Erscheinung, daß ein Lichtstrahl beim Uebergange in ein anderes Mittel nicht blos gebrochen wird, sondern auch in zwei Strahlen aus einander geht, die sich in verschiedenen Richtungen fortsetzen. Diese Eigenschaft kommt nicht bloß derjenigen Varietät des Kalkspathes zu, welche man nach ihrem Fundorte als isländischen Doppelspath bezeichnet, sondern sie ist allen Körpern eigen, die in einem anderen als dem regulären Systeme krystallisiren. Es ist nicht möglich, in Kürze alle Verhältnisse, welche bei der Doppelbrechung stattfinden, zu erörtern; ebenso müssen wir es uns versagen, auf die Theorie dieser Erscheinung näher einzugehen. Nur das eine muß erwähnt werden, daß von den zwei Strahlen, in welche der einfallende Strahl durch eine doppelt brechende Substanz zerlegt wird, der eine, der ordinäre oder ordentliche Strahl, genau nach dem gewöhnlichen Brechungsgesetz sich richtend in der durch den einfallenden Strahl senkrecht zur brechenden Fläche zu legenden Ebene sich fort=

pflanzt, während der andere Strahl, der extraordinäre oder außerordentliche, aus dieser Ebene herausgeht.

Für unseren Zweck ist nun die Eigenschaft dieser beiden Strahlen besonders bemerkenswerth, daß sie beide geradlinig polarisirt sind, und daß ihre Schwingungsebenen auf einander senkrecht stehen.

Aus diesem Grunde ist es nun möglich, die Spiegel des oben beschriebenen Polarisationsapparates durch doppelt brechende Substanzen zu ersetzen. Am bequemsten ist in dieser Beziehung die von Nicol ersonnene Combination zweier Kalkspathprismen, welche man mit dem Namen eines Nicol'schen Prismas belegt. Dieses besteht aus zwei Kalkspathstücken, welche durch Canada-Balsam auf einander geklebt sind. Ein auf den vorderen Kalkspath fallender Lichtstrahl theilt sich in einen ordinären und in einen extraordinären; aber nur der letztere geht durch die Balsamschicht und den zweiten Kalkspath hindurch, der ordinäre Strahl dagegen wird von der Balsamschicht zurückgeworfen. Läßt man nun einen gewöhnlichen Lichtstrahl auf ein Nicol'sches Prisma fallen, so tritt aus diesem ein geradlinig polarisirter aus und wenn man diesen durch ein zweites Nicol'sches Prisma gehen läßt, so kann man ihn deutlich als polarisirt erkennen. Bei einer gewissen Stellung, bei parallelen Nicol's, wird nämlich der Strahl ziemlich ungeschwächt hindurchgehen; dreht man aber den einen Nicol um einen Winkel von 90 Grad, so wird nun, bei gekreuzten Nicol's, gar kein Licht hindurchgehen.

Prächtige Erscheinungen erhält man, wenn man zwischen die beiden Spiegel oder die beiden Nicol's eines Polarisationsapparates eine dünne Platte irgend einer doppeltbrechenden Substanz bringt. Je nachdem man homogenes (einfaches) oder gewöhnliches Licht anwendet, erblickt man entweder Systeme von hellen und dunkeln oder von verschieden gefärbten Linien. Es ist nachgewiesen, daß diese Erscheinungen in der Interferenz der polarisirten Lichtstrahlen ihren Grund haben. Dieselben ändern sich, wenn man die Stellung der beiden Spiegel oder Nicols des Polarisationsapparates verändert. Bei Anwendung homogenen Lichtes ist mit einer Drehung der Nicols ein Uebergang der hellen Streifen in dunkle und umgekehrt zu beobachten, bei zusammengesetztem Lichte

dagegen gehen die einzelnen Farben in ihre Complementärfarben über. Diese Erscheinungen zeigen sich auch dann noch, wenn das auffallende Licht nicht vollständig, sondern nur theilweise polarisirt ist und man hat daher in solchen Plättchen doppeltbrechender Substanzen ein gutes Mittel, um auch kleine Spuren von polarisirtem Lichte zu erkennen. Auf diesem Principe beruht z. B. das Savart'sche Polariskop, welches aus zwei Quarz- und einer Turmalinplatte zusammengesetzt ist. Blickt man durch ein solches Polariskop nach einer Stelle, welche polarisirtes Licht aussendet, so erblickt man ein System farbiger Streifen, welche vom mittelsten aus in gleicher Reihenfolge liegen; sendet die Lichtquelle homogenes Licht, so sind die Streifen hell und dunkel.

Ganz eigenthümliche Erscheinungen zeigen Platten von Bergkrystall, welche senkrecht gegen die krystallographische Hauptachse des Krystalles geschliffen sind. Legt man eine solche Platte, deren Dicke 1 Millimeter beträgt, zwischen die beiden Nicols eines Polarisationsapparates, so tritt, wenn man homogenes rothes Licht durchgehen läßt, das Maximum der Lichtintensität in der Mitte des Gesichtsfeldes nicht bei paralleler Stellung der beiden Nicols ein, sondern erst nachdem man den einen Nicol um 19 Grad gedreht hat; für orange ist dieser Drehungswinkel 21,4 Grad u. s. f. Biot hat die Winkel genauer bestimmt, um welche man bei verschieden farbigen homogenen Lichte drehen muß, um die größte Lichtintensität zu erhalten; dieselben sind für

mittleres	Roth	19°,0	mittleres	Grün	27°,8
„	Orange	21,4	„	Blau	32,3
„	Gelb	24,0	„	Indigo	36,1
				Violett	40,8.

Es folgt hieraus, daß beim Durchgange des polarisirten Lichtes durch die Quarzplatte von 1 Milimeter Dicke die Schwingungsebene eine Drehung erleidet. Diese Drehung ist, wie die Versuche darthun, der Dicke der Quarzplatte proportional. Außerdem ist bei manchen Quarzindividuen die Drehung nach rechts, bei anderen nach links gerichtet und man unterscheidet daher rechts und links stehenden Quarz.

Bei Anwendung gewöhnlichen, nicht homogenen Lichtes

kann das Gesichtsfeld bei keiner Stellung der Nicols weiß oder dunkel erscheinen, weil die verschiedenen Farben nicht gleichzeitig das Maximum oder Minimum ihrer Intensität erreichen. Man wird vielmehr immer eine Mischfarbe erblicken, welche sich aus den Farben zusammensetzt, die bei der jemaligen Stellung der Nicols nicht verschwinden.

Fresnel hat als Grund dieser Erscheinungen die Eigenschaft der Quarzplatte nachgewiesen, daß der in der Richtung der Achse eintretende geradlinig polarisirte Lichtstrahl in zwei circularpolarisirte von entgegengesetzter Drehungsrichtung zerlegt wird, von denen aber der eine sich rascher fortpflanzt als der andere. Daß man sich einen geradlinig polarisirten Lichtstrahl in zwei cirkularpolarisirte zerlegt denken kann, haben wir bereits dargethan. Fresnel hat nun auch den experimentellen Beweis für die Existenz dieser beiden Strahlen geführt, worauf indessen hier nicht weiter einzugehen ist. Wir sahen, daß die beiden Drehungen in den cirkularpolarisirten Strahlen sich in der Schwingungsebene des polarisirten Strahles begegnen, aus dem sie enstanden sind, oder welcher durch ihre Vereinigung entsteht. Pflanzt nun der eine Strahl sich rascher fort als der andere, so werden die beiden Punkte, wo die Drehungen sich begegnen mehr und mehr nach der einen oder andern Seite hinrücken, je länger die beiden cirkularpolarisirten Strahlen neben einander laufen, und wenn nun beim Austritt aus der Quarzplatte beide Strahlen sich wieder zu einem geradlinig polarisirten vereinigen, so muß dessen Schwingungsebene um so mehr gedreht sein, je dicker die Quarzplatte war.

Diese Erscheinung ist indessen nicht blos dem Quarz eigen, sie zeigt sich auch bei dem im regulären System krystallisirenden chlorsauren Natron und namentlich an einer großen Anzahl von Flüssigkeiten, wie zuerst von Biot und Seebeck nachgewiesen worden ist. Besonders wichtig ist aber die Beobachtung Biot's geworden, daß eine Zuckerlösung die Schwingungsebene um so mehr (nach rechts) dreht, je stärker ihr Gehalt ist; es kann nämlich die Beobachtung jener Drehung benutzt werden zur Bestimmung des Zuckergehaltes von Lösungen.

Der empfindlichste zu dem letzterwähnten speziellen Zwecke,

aber auch außerdem zur Beobachtung der Drehung bei anderer Flüssigkeit brauchbare Apparat war bisher das vom Optiker Soleil in Paris construirte Saccharimeter. Die Hauptbestandtheile dieses Apparates sind ein Doppelspathprisma, durch welches das auffallende Licht geradlinig polarisirt wird; ferner eine Doppelplatte aus Quarz von 3,75 Millimeter Dicke, deren rechte Hälfte rechts und deren linke Hälfte links drehend ist; dann die mit der zu untersuchenden Flüssigkeit gefüllte Röhre, die an beiden Enden mit ebenen Glasplatten geschlossen ist; hierauf eine rechts drehende ebene Quarzplatte, weiter ein Paar auf einander verschiebbare keilförmige Platten von links drehendem Quarz, die zusammen eine parallelflächige Platte von veränderlicher Dicke bilden, endlich ein Doppelspathprisma als Ocular. Alle diese Theile sind an einer horizontalen Schiene befestigt. Denken wir uns die zuletzt erwähnten keilförmigen Platten, und die rechts drehende Quarzplatte weg, sowie die Röhre leer, so erscheinen beim Durchsehen nach einer hellen Wolke oder nach einer Kerzenflamme oder dergl. bei gekreuzten Prismen die beiden Hälften des Gesichtsfeldes gleichmäßig mit der sogenannten empfindlichen Farbe, einem röthlichen Violett, gefärbt; diese Farbe hat ihren Namen daher, weil die geringste Drehung eines Prismas hinreicht, den beiden Hälften des Gesichtsfeldes merklich verschiedene Färbungen zu ertheilen. Kommt nun Flüssigkeit in die Röhre, durch welche die Schwingungsebene gedreht wird, so werden in Folge dieser Drehung beide Hälften verschieden gefärbt erscheinen. Diese verschiedene Färbung muß aber durch die oben erwähnten Quarzplatten aufgehoben, compensirt werden; dieß ist der Grund, warum die eine, die links drehende Platte, aus zwei keilförmigen Stücken besteht, durch deren Verschiebung man die Dicke der Platte beliebig ändern kann. Diese Verschiebung selbst wird an einer Skala abgelesen und aus dieser Ablesung kann man das Drehungsvermögen oder den Zuckergehalt der untersuchten Flüssigkeit finden, sobald man weiß, wie groß das Drehungsvermögen oder der Zuckergehalt für einen Skalentheil ist. Diese Constante wird in einer kleinen jedem Instrumente beigegebenen Schrift angegeben.

In neuerer Zeit hat H. Wild in Bern ein Polari-

sationsinstrument angegeben, welches vom Optiker Hofmann in Paris (Rue de Bucy 3) angefertigt wird, und welches sowol zur Bestimmung des Gehaltes von Zuckerlösungen, als auch zur Ermittelung des Drehungsvermögens anderer Flüssigkeiten sehr brauchbar ist. Nach einer Mittheilung von C. Scheibler sind die Angaben dieses Instrumentes ungefähr ebenso genau wie die des Soleil'schen Saccharimeters, es wird aber als ein besonderer Vorzug gerühmt, daß das richtige Einstellen bei dem Wild'schen Apparate viel weniger ermüdend und angreifend für das Auge ist, als bei dem Soleil'schen, ein Umstand der namentlich bei Praktikern, welche täglich eine große Zahl von Zuckersäften zu untersuchen haben, sehr ins Gewicht fällt. Wenn man nämlich wiederholt beurtheilen soll, ob beide Hälften des Gesichtsfeldes denselben Farbenton zeigen, so ist das immerhin eine beschwerliche und das Auge angreifende Arbeit und sogenannte Farbenblinde, d. h. Personen, welche einzelne Farben nicht zu unterscheiden vermögen, können diese Arbeit gar nicht verrichten; auch für solche aber eignet sich das Wild'sche Saccharimeter, da es bei diesem nur auf die Unterscheidung von hell und dunkel ankommt.

Das Instrument besteht aus einem etwas modificirten Savart'schen Polariskope, welches sich am Okularende, und einem Nicol'schen Prisma, welches sich am Objectivende befindet. Zwischen beiden befindet sich die Röhre mit der zu untersuchenden Flüssigkeit. Die Drehung des Nicol'schen Prismas wird an einem getheilten Kreise abgelesen.

Die Beobachtung geschieht nun auf folgende Weise. Man richtet das Instrument am Tage nach einer weißen Wolke, am Abende nach einer Lampen- oder Kerzenflamme. Bei einer gewissen Stellung des Nicol bemerkt man dann im Gesichtsfelde eine Anzahl horizontaler farbiger, oder bei Anwendung homogenen Lichtes, heller and dunkler Streifen. Dreht man den Nicol, so sieht man die Streifen mehr und mehr verblassen, dann sich trennen und in der Mitte einen hellen vertikalen Streifen zwischen sich lassen; später erscheinen links und rechts complementär gefärbte Streifen. Sobald der farblose Streifen die Mitte des Sehfeldes eingenommen hat, hört man mit der Drehung auf und notirt die am Theilkreise

abzulesende Anzahl Grade. Man erhält so den Anfangspunkt der Beobachtungen. Indem man den Nicol in seiner Fassung dreht, kann man übrigens leicht bewirken, daß der Anfangspunkt mit dem Nullpunkte der Kreistheilung zusammenfällt. Füllt man jetzt die Röhre mit der zu untersuchenden Flüssigkeit, und legt sie zwischen den Nicol und das Polariskop, so sieht man die farbigen Streifen wieder zum Vorscheine kommen und man muß, um den farblosen Streifen in der Mitte zu erhalten, den Nicol um einen gewissen Winkel drehen. Dieser Winkel giebt uns die Drehung der Polarisationsebene an. Was die Richtung der Drehung betrifft, so muß man bei Anwendung einer rechts drehenden Flüssigkeit den Nicol nach links drehen und umgekehrt.

Zahlreiche Versuche haben gezeigt, daß die Beobachtung mit dem farblosen Streifen in der Mitte des Gesichtsfeldes eine Genauigkeit bei der Messung des Drehungswinkels ergiebt, die bis auf einen Zehntelgrad geht. Man erzielt diese Genauigkeit bei gewöhnlichem weißen Lichte, so lange die Drehung durch die Flüssigkeit nicht über 5 Grad beträgt. Darüber hinaus trennen sich die verschieden farbigen Strahlen, welche das weiße Licht bilden, in Folge der Verschiedenheit ihrer Wellenlängen und die gefärbten Linien verschwinden bei keiner Stellung des Spektrums; man erhält in diesem Falle nur ein Minimum der Intensität, dessen Eintritt um so schwieriger zu bestimmen ist, je größer die Drehung ist.

Diese letztere Schwierigkeit läßt sich auf zwei Arten überwinden. Man kann dem Princip des Soleil'schen Compensators folgen, also der Drehung der Flüssigkeit die entgegengesetzte der Quarzplatten von bekannter Dicke entgegenstellen, und so die erstere bis unter 5 Grad vermindern. Zu diesem Zwecke müßte man Combinationen von rechts und von links drehenden Platten anwenden, und man könnte durch vier rechts und vier links drehende Quarzplatten von 1, $1^1/_4$, $1^1/_2$ und $1^3/_4$ Millimeter Dicke Drehungen von ursprünglich 40 Grad auf nur fünf Grad reduciren. Die eigentliche Drehung ergiebt sich dann aus der Anzahl und Dicke der eingeschalteten Platten und aus der zuletzt abgelesenen Drehung.

Indessen ist diese Compensation durch Quarzplatten etwas complicirt und Wild hält es für das Beste, homogenes Licht

zur Beobachtung anzuwenden, also entweder durch eine gleichmäßig rothe Glasplatte zu beobachten oder zur Beleuchtung das Licht einer mit Kochsalz imprägnirten Weingeistflamme zu verwenden.

Auf der internationalen Ausstellung in Dublin im vorigen Jahre hatte Spencer in Dublin ein neues nach den Angaben des Professor Jellet construirtes Polarisationsinstrument ausgestellt, welches nach den Angaben seines Erfinders eine größere Genauigkeit gewähren soll als das Soleil'sche. Der größte Irrthum, den man bei der Bestimmung des Gehaltes einer Zuckerlösung begehen kann, soll nämlich weniger als 1/2 Grain auf den Cubikzoll betragen (1 engl. Cubikzoll Wasser wiegt 277 Grains).

Die wesentliche Einrichtung dieses Instrumentes ist folgende. Auf einem Stativ befindet sich die Schiene, an welcher die einzelnen Theile des Apparates befestigt sind; dieselbe hat eine geneigte Stellung, das Objectivende ist nach unten, das Ocularende nach oben gerichtet. An jenem befinden sich zunächst einige Linsen zur Concentrirung des Lichtes, das von einer im Brennpunkte der Objectivlinse aufgestellten Flamme ausgeht; dieses Licht trifft dann auf ein Nicol'sches Prisma und wird hier polarisirt. Der polarisirte Strahl geht hierauf in eine weite Röhre, die unten durch ein Planglas geschlossen und welche mit einer Flüssigkeit gefüllt ist, deren Drehungsvermögen dem der zu untersuchenden Flüssigkeit entgegengesetzt ist. Will man also z. B. den Gehalt einer Zuckerlösung bestimmen, so füllt man diese Röhre mit französischen Terpentinöl, welches die Polarisationsebene links dreht, während Zucker dieselbe rechts dreht. Von hier tritt der Strahl in ein engeres an beiden Seiten mit ebenen Glasplatten verschlossenes Rohr, welches die zu untersuchende Flüssigkeit enthält. Dieses Rohr ist verschiebbar und kann beliebig weit in das weitere Rohr eingeführt werden; man kann auf diese Weise der Flüssigkeitssäule im weiteren Rohre, durch welche der polarisirte Lichtstrahl geht, eine solche Länge geben, daß die Drehungen der beiden Flüssigkeiten sich gerade aufheben. An einer mit Nonius versehenen Skala kann man die Länge der Flüssigkeit zwischen dem unteren Ende der engen Röhre und der Bodenplatte der weiten bis auf 0,001 Zoll ablesen.

Jenseits der Röhre, welche die zu untersuchende Flüssigkeit enthält, befindet sich noch ein analysirendes Prisma nach Jellet's Construction, eine Sammellinse und ein Diaphragma mit enger Oeffnung, vor welche der Beobachter das Auge hält.

Beim Gebrauche giebt man zunächst den beiden Prismen, dem polarisirenden und dem analysirenden eine solche Stellung, daß man beide Hälften des kreisförmigen Gesichtsfeldes ganz gleichgefärbt erblickt.

Will man nun z. B. den Gehalt einer Zuckerlösung bestimmen, so gießt man, wie schon erwähnt, französisches Terpentinöl in die weitere Röhre und füllt sodann die enge Röhre mit einer Zuckerlösung von genau bekannten Gehalte s. Hierauf verschiebt man das mit der Zuckerlösung gefüllte Rohr so weit, bis die beiden Hälften des Gesichtsfeldes ganz gleich gefärbt erscheinen, und liest an der Skala die Länge l der Terpentinölschicht ab, durch welche der Strahl geht. Nunmehr gießt man die Zuckerlösung aus und füllt diejenige Zuckerlösung in die enge Röhre deren Gehalt x man bestimmen will. Man verschiebt jetzt wieder die Röhre so weit, bis die beiden Hälften des Gesichtsfeldes gleich gefärbt erscheinen. Die Angabe der Skala, also die Länge der Terpentinölsäule, durch welche der polarisirte Strahl geht, sei L. Dann verhält sich

$$l : L = s : x$$

und mithin ist der Gehalt der zu untersuchenden Flüssigkeit

$$x = \frac{Ls}{l}.$$

Ebenso wird man verfahren wenn es darauf ankommt, das Drehungsvermögen x einer Flüssigkeit zu untersuch[en]. Man füllt nämlich dann die enge Röhre erst mit e[iner] Flüssigkeit, welche die Polarisationsebene nach derselben S[eite] dreht und deren Drehungsvermögen s schon bekannt ist, m[acht] die Beobachtungen wie vorstehend beschrieben und erhält x durch die vorige Rechnung.

Photographie.

Ueber die gegenwärtigen Leistungen der Photographie, die am 21. Mai vorigen Jahres in Berlin eröffnete in[ter]nationale photographische Ausstellung, welche von den be[...]

tendsten Photographen und Fabrikanten photographischer Artikel beschickt war, einen trefflichen Ueberblick gegeben. Man konnte hier den Entwickelungsgang dieser Kunst, wie ihre gegenwärtigen mannigfachen Anwendungen auf den verschiedensten Gebieten studiren. Es waren hier das Portraitfach, wie das Landschaftsfach, die verschiedenen Arten der Reproduction, als Photolithographie u. s. w., ferner die Photographien auf Porzellan, Glas u. s. w. vertreten. Zu den interessantesten Gegenständen dieser Ausstellung gehörten ohne Zweifel die photographischen Darstellungen auf dem Gebiete der Naturwissenschaften. Hier sind besonders eine 38 Zoll im Durchmesser messende Photographie des Mondes von dem bekannten Mitgliede der Royal Society of London, Dr. Warren de la Rue zu erwähnen, ferner die Photographien der totalen Sonnenfinsterniß von 1860, welche von Aimé Girard in Paris herrührten, Photographien des Sonnenspektrums, mikroskopische Photographien rc. Die Bedeutung der Photographie für Medicin und Chirurgie wurde veranschaulicht durch einen Atlas der orthopädischen Chirurgie, ausgestellt vom Geh. Sanitätsrath Dr. Berend in Berlin, einen Atlas des peripherischen Nervensystems von Albert in München, ferner durch Abbildungen anatomischer Präparate, nach Swan's Methode in natürlichen Farben dargestellt von Professor Gerlach in Erlangen und Abbildungen von Rasenschläfenpolypen von Dr. E. Rose in Berlin.

Zu den bemerkenswerthesten neuen Methoden in der Photographie gehört das von Willis in London erfundene Anilindruckverfahren, welches besonders zum Copieren von Karten, Plänen, Zeichnungen trefflich geeignet ist und insbesondere den Botanikern empfohlen wird, welche mit Hilfe derselben mit geringer Mühe sehr schöne Abbildungen getrockneter Blätter machen können. Für Porträts eignet sich diese Methode allerdings nicht, da sie keine guten Halbtöne liefert. Das Verfahren selbst ist folgendes:

Was zunächst das Papier betrifft, so wähle man [illegible]es gleichmäßig geleimtes Papier. Sehr brauchbar ist dickes Steinbach'sches, das man aber durch Satiniren zwischen heißen Walzen noch verbessern kann. Rivespapier und dünne Papiersorten eignen sich weniger, die Bilder entwickeln sich

hier ungleichmäßig und fleckig, wahrscheinlich, weil die Sensitivlösung an einigen Stellen das Papier durchdringt, statt blos an der Oberfläche zu haften.

Die Sensitivlösung besteht aus

Doppelt chromsaurem Ammoniak . . .	5 Theile
Phosphorsäure (Acid. phos. glaciale)	2—6 „
Wasser	48 „

Die Quantität der Phosphorsäure richtet sich nach der Dicke des Papieres. Hat man zu wenig Säure angewandt, so wird das Bild röthlich, bei zuviel Säure grün, während es bei der richtigen Menge schön schwarzpurpurn erscheint. Indessen braucht man in dieser Hinsicht nicht zu ängstlich zu sein, da man wie später erwähnt werden wird, nachträglich den Ton des Bildes noch beliebig zu ändern vermag.

Das Empfindlichmachen geschieht, indem man auf das an den Ecken auf ein glatt gehobeltes Brett gestiftete Papier die Lösung rasch und gleichmäßig mit einem weichen Pinsel oder Schwamm aufträgt, worauf man rasch trocknen läßt. Läßt man statt dessen das Papier auf der Lösung schwimmen, so dringt diese leicht zu tief ein. Das trockene Papier läßt man hierauf wenigstens 10 Minuten lang in einer Schublade oder sonst wo im Dunkeln liegen, damit es noch die gehörige Feuchtigkeit aus der Luft aufsaugen kann und dann im Copierrahmen glatt liegt. Wenn das Papier gehörig behandelt worden ist, so zeigt es eine tiefe orange Farbe; es sollte dann immer noch an demselben Tage angewandt werden, da es beim längeren Liegen seine Empfindlichkeit verliert.

Wir sprechen nun von der Beleuchtung. Bei diesem Verfahren darf man kein Negativ anwenden, um es zu übertragen, weil man dann wieder ein negatives Bild erhalten würde. Man braucht vielmehr ein durchsichtiges Papier- oder ein Glaspositiv. Zeichnungen oder Photographien auf Papier, welche man copiren will macht man am einfachsten mit Benzin durchsichtig, welches sich nachher rasch verflüchtigt und keine Flecken hinterläßt; bei Kupferstichen ist die Anwendung des Benzins allerdings nicht unbedenklich, weil dasselbe die Schwärze angreift. Man setzt das sensitive Papier, von dem durchsichtigen Original bedeckt, so lange dem

Lichte aus, bis die dunkeln Linien des Originales orange auf hellem Grunde sichtbar werden. Die hierzu erforderliche Zeit beträgt nur ungefähr $^1/_5$ der bei Anwendung von Albuminpapier nöthigen.

Die Entwickelung des Bildes geschieht zweckmäßig in einer niedrigen, mit einem Deckel versehenen Schachtel von etwa 2 Zoll Tiefe. Auf der innern Seite des Deckels befestigt man zwei oder drei Lagen Fließpapier, welche man mit einer Mischung von einem Theil Anilin und acht Theilen Benzin befeuchtet. Hierauf legt man auf den Boden der Schachtel so viel Bilder neben einander als Platz haben und setzt den Deckel auf. Nach etwa 20 Minuten sind die Bilder durch die Wirkung der Dämpfe vollständig entwickelt. Man kann nun auch leicht erkennen ob die Belichtung zu kurze oder zu lange Zeit gedauert hat. Bei zu langer Belichtung erhält man nur ein schwaches grünes, blaues oder röthliches Bild, oder auch gar keins.

Das Bild wird mit Wasser gut ausgewaschen und getrocknet; Fixirung ist nicht nöthig.

Hat dasselbe keinen angenehmen Farbenton, so kann man denselben leicht ändern. Durch Waschen in Wasser, dem man ein Wenig Salpeter- oder Schwefelsäure zugesetzt hat, nimmt das Bild nämlich eine tief blaugrüne Farbe an, welche durch Waschen im ammoniakalischem Wasser in eine rosige Purpurfarbe übergeht. Durch wiederholte Anwendung dieser Waschungen werden diese Farben immer bestimmter.

Ein Problem, welches die Photographen seit langer Zeit beschäftigt hat, ist die Herstellung natürlich gefärbter Photographien. Es scheint, als wenn Sir John Herschel der Erste gewesen ist, welcher experimentell die Möglichkeit der Lösung dieser Aufgabe darthat. Derselbe erhielt nämlich im Jahr 1839 ein allerdings noch unvollkommenes farbiges Bild des Sonnenspektrums. Später gelang es Sebastian Davis und Cooper farbige Bilder auf Glas herzustellen, indem sie dem Collodium Guajacharz zusetzten. 1848 veröffentlichte Edm. Becquerel ein Verfahren, farbige Bilder auf Silberplatten zu erzeugen und 1851 trat Niepce de St. Victor mit einem andern hervor. Aus den von Becquerel angestellten Versuchen geht

hervor, daß das violette Silberchlorür, welches unter gewissen Umständen durch Behandlung einer polirten Silberplatte mit Chlor erhalten wird, die verschiedenen Farben der darauf fallenden Lichtstrahlen ziemlich gleichzeitig anzunehmen vermag. Becquerel benutzte diese Eigenschaft, um sowol prächtige Bilder des Sonnenspektrums, als auch andere Bilder in ihren natürlichen Farben zu erlangen.

In der letzten Zeit hat nun L. A. Poitevin versucht, ähnliche Bilder auch auf Papier herzustellen und es ist ihm dieses soweit gelungen, daß er der Pariser Akademie eine Anzahl Photographien vorlegen konnte, welche natürliche Färbung zeigten. Allerdings war die Färbung minder lebhaft, als bei den von Becquerel auf Silberplatten erzeugten Bildern, namentlich waren die blauen und violetten Farben minder deutlich reproducirt. Im directen Sonnenlichte bräunen sich diese Bilder und sie müssen daher vor dem Lichte geschützt aufbewahrt werden, wozu sich die jetzt gebräuchlichen Photographien-Albums hinlänglich eigenen.

Poitevin wendet zur Herstellung solcher bunten Bilder photographisches Papier an, welches mit einer Schicht violetten Silberchlorürs überzogen ist, die entsteht, wenn weißes Chlorsilber in Gegenwart einer reducirenden Substanz dem Lichte ausgesetzt wird. Die Oberfläche dieses Papiers bringt er in eine Flüssigkeit, welche durch Vermischung gleicher Volumina gesättigter Auflösung von zweifach chromsaurem Kali, gesättigtem Kupfervitriol und 5procentiger Chlorkaliumlösung bereitet wird. Das Papier wird dann im Dunkeln getrocknet und vor dem Lichte geschützt aufbewahrt; es bleibt mehrere Tage brauchbar.

Unter Glasgemälden muß man dieses Papier etwa 5 bis 10 Minuten dem Lichte aussetzen. Zur Anwendung in der Camera obscura ist dasselbe allerdings noch nicht empfindlich genug; man kann aber mit demselben farbige Bilder in Vergrößerungsapparate oder Sonnen-Megaskop erhalten.

Das zweifach chromsaure Kali ist nächst dem Silberchlorür Hauptsache bei der Präparirung des Papieres. Es hat nämlich Poitevin bei vorläufigen Versuchen gefunden, daß das Silberchlorür für sich allein auf Papier sich nur sehr langsam und unvollständig färbt, wenn man es unter einer

durchsichtigen gefärbten Zeichnung den Sonnenstrahlen aussetzt, daß aber diese Färbung sehr rasch, und sogar im zerstreuten Lichte stattfindet, wenn man das Papier vorher mit einer Lösung von doppeltchromsaurem Kali behandelt hat. Man könnte das doppeltchromsaure Kali zu demselben Zwecke auch durch Chromsäure oder eine andere oxydirende Substanz ersetzen, was aber weiter keinen Vortheil gewährt.

Der Kupfervitriol erleichtert die Reaction und Chlorkalium dient zur Conservirung der Weißen, welche sich gebildet haben.

Wenn das Bild vorhanden ist, wird es zunächst in Wasser gewaschen, das mit Chromsäure angesäuert ist, dann in Wasser, welches Quecksilberchlorid enthält, hierauf in einer wässrigen Lösung von salpetersaurem Bleioxyd und endlich in reinem Wasser.

Zu denjenigen kleinern Artikeln aus dem Gebiete der Photographie, welche in der letzten Zeit sehr beliebt geworden sind, gehören die unsichtbaren oder Zauber-Photographien d. h. Photographien, welche im gewöhnlichen trockenen Zustande unsichtbar sind und erst beim Benetzen mit Wasser sichtbar werden.

Stone in London hat ein Verfahren angegeben, nach dem man schöne Transparentbilder dieser Art anfertigen kann. Gutes thierisch-geleimtes Papier wird in eine Lösung von einem Gewichtstheile Gelatine in 24 Gewichtstheilen Wasser getaucht, welche man auf 21° R. erwärmt. Nach dem Trocknen läßt man das Papier drei bis vier Minuten lang auf einer Mischung von einem Theil concentrirter Lösung von doppeltchromsaurem Kali und 2 Theilen Wasser schwimmen und trocknet es dann. Hierauf wird es unter einem Negativ belichtet. Nach dem Herausnehmen aus dem Copirrahmen wird das Bild erst mit kaltem und dann mit warmem Wasser gewaschen. Durch die erste Operation wird das unveränderte chromsaure Salz entfernt, durch die zweite die Gelatine aufgelöst. Wo das Licht gewirkt, zeigt sich ein leichter Ton, den man durch Eintauchen in eine Mischung von gleichen Theilen Schwefelsäure und Wasser fortnimmt.

Wenn das Papier trocken ist, sieht man kein Bild; taucht man es aber in Wasser, so erhält man ein schönes Transparentbild, welches indessen nach dem Trocknen wieder verschwindet. Man kann dasselbe indessen auch dauernd sicht-

bar machen, wenn man es auf einer Lösung von Gummi arabicum schwimmen läßt.

Aehnlich sind die von Wilhelm Grune in Berlin erfundenen Zauberphotographien, welche gleichfalls unsichtbar sind, die man aber dauernd sichtbar macht, indem man sie am besten in einer Untertasse oder dergl. mit einem etwa gleich großen Stück weißen Fließpapiers bedeckt, das mit einer concentrirten Lösung von unterschwefligsaurem Natron imprägnirt ist, und dieses Papier benetzt. In wenigen Sekunden sieht man dann das Bild entstehen, welches man noch einige Mal mit Wasser behandelt und dann auf einen Carton aufziehen kann.

Man erhält diese Photographien, indem man auf gewöhnliche Weise ein Negativ auf Albuminpapier copirt, ohne es indessen zu vergolden, dann mit unterschwefligsaurem Natron fixirt und mit Wasser gut auswäscht. Hierauf legt man das Papier in eine Auflösung von Sublimat bis das Bild verschwindet, läßt es dann etwa 6 Stunden lang in destillirtem Wasser liegen, wäscht aus und trocknet.

Als Ergänzung dessen, was wir im vorigen Jahrgange über Photolithographie mitgetheilt haben, müssen wir eine von J. W. Osborne aus Melbourne in Australien, jetzt in Berlin, erfundene Methode erwähnen, welche sich besonders zur Reproduktion von Landkarten und Federzeichnungen als außerordentlich brauchbar bewährt hat. Das Schönste, was von der bekannten photolithographischen Anstalt von Korn u. Comp. in Berlin, die in Deutschland zu der Ausübung dieses Verfahrens autorisirt ist, mit Hilfe desselben geleistet worden ist, sind die Reproduktionen von Federzeichnungen des Professor Berg, die Preußische Expedition nach Japan betreffend. Weniger geeignet erscheint dagegen das Verfahren zur Wiedergabe von Halbtönen. Der Erfinder selbst hat der Royal Society von Victoria nachstehende Beschreibung des Prozesses gegeben.

Zuerst wird ein Papierblatt auf gewöhnliche Weise mit Albumin präparirt; nachdem es getrocknet ist, läßt man es auf einer polirten Stahl- oder Kupferplatte durch eine Kupferdruck- oder lithographische Presse gehen, um ihm eine glatte regelmäßige Oberfläche zu geben. Hierauf wird es auf der-

selben Seite mit Gelatinelösung überzogen, welcher doppelt-chromsaures Kali zugesetzt ist; alsdann wieder sorgfältig im Dunkeln getrocknet und in der Presse geglättet.

Nachdem man sich nun vom Orginal ein Negativ hergestellt hat, bringt man ein entsprechendes Stück des empfindlichen Papieres in dichte Berührung mit demselben und exponirt das Ganze dem Tageslicht in der Weise, daß die Lichtstrahlen, welche durch den durchsichtigen Theil des Negativs gehen, direct die präparirte Fläche treffen. Nach dem Wegnehmen des Negativs erhält man ein braungefärbtes positives Bild. Dieses wird zunächst mit einer gleichförmigen Schicht lithographischer Ueberdruckschwärze bedeckt, indem man dasselbe, mit der Bildseite nach unten, auf einem eingeschwärzten lithographischen Stein die Presse passiren läßt. Hierdurch wird die ganze empfindliche Fläche mit einer gleichförmigen Schicht Schwärze bedeckt und das positive Bild unsichtbar gemacht. Die durch den Einfluß des Lichtes veränderten Stellen der Gelatine vermögen indessen die Schwärze besser zurückzuhalten, als die anderen. Man legt jetzt das Bild, mit der Papierseite nach unten auf kochendes Wasser; das unter der Gelatine befindliche Albumin wird dadurch zum Gerinnen gebracht, und wenn man dann das Papier kurze Zeit untertaucht, so schwillt die unveränderte Gelatine so an, daß die Schwärze sich vom Papier erhebt. Durch geringe Reibung mit einem Schwamme oder einem anderen weichen Körper entfernt man dann die Schwärze von allen diesen aufgeschwollenen Stellen, welche den weißen Partien des Orginales entsprechen. Wenn alle Linien klar und gut begrenzt erscheinen, so gießt man kochendes Wasser über das Ganze, um die letzten Spuren von Gelatine zu entfernen und trocknet nun den Abdruck.

Man hat jetzt eine getreue lithographische Reproduction des Orginals, nämlich eine Zeichnung in fetter Tinte, welche auf gewöhnliche Weise auf den Stein übertragen wird, indem man sie auf demselben umkehrt und durch die Presse zieht. Sämmtliche Operationen erfordern nicht mehr als zwei bis drei Stunden Zeit.

Sollen größere Bilder auf solche Weise hergestellt werden, so kann dieses mit einem kleinen Objectiv geschehen, und darin

besteht ein Hauptvorzug dieses Verfahrens, wie überhaupt aller der Methoden, bei denen das Bild nicht direct auf den lithographischen Stein, sondern zunächst auf Papier copirt wird. Es kann nämlich in diesem Falle das Original stückweise aufgenommen werden, die einzelnen Theile werden dann besonders copirt und auf den Stein übertragen. In welcher Vollkommenheit dieses möglich ist, das zeigen die Reproduktionen der Berg'schen Zeichnungen, auf denen man nicht die geringste Fuge oder Unterbrechung der Contouren nachweisen kann.

Schließlich gedenken wir noch einer in neuerer Zeit in Vorschlag gebrachten Verwendung der Photographie, die wenigstens in manchen Fällen nützlich sein dürfte; wir meinen den photographischen Meßtisch von Aug. Chevallier. Bei geodätischen Aufnahmen kommt es bekanntlich vorzüglich auf die Messung von Winkeln an. Ist einmal eine Strecke, eine Standlinie, durch direkte Messung mit der Meßkette bekannt, so kann man die Lage jedes beliebigen anderen Punktes finden, wenn man sich an beiden Enden der Standlinie aufstellt und die Winkel mißt, welchen die nach diesem Punkte hingerichteten Linien mit der Standlinie bilden. Diese Winkel nun rascher als auf dem gewöhnlichen Wege mit Hilfe eines Theodolithen zu messen, ist der Zweck des neuen von Chevallier vorgeschlagenen Verfahrens.

Der ältere Apparat, dessen sich Chevallier zu dem angegebenen Zwecke bediente, besteht in einer um eine vertikale Achse drehbaren Camera obscura. Das durch die Linse erzeugte Bild des Gegenstandes, auf welchen man hin visirt hat, fällt nun auf eine vertikalstehende kreisrunde Platte, die um eine horizontale Achse drehbar und mit sensibilisirtem Collodium überzogen ist. Durch ein Räderwerk wird bewirkt, daß diese Platte um die horizontale Achse genau um denselben Winkel gedreht wird, um welchen man die Camera obscura um ihre vertikale Achse dreht. Vorausgesetzt, daß der Bewegungsmechanismus genau richtig ist, braucht man also nur die Bilder zweier beobachteter Objecte auf der kreisrunden Scheibe mit dem Mittelpunkte des Kreises zu verbinden, um den Winkel zu erhalten, welchen die beiden vom Beobachtungspunkte nach den zwei Objecten gezogenen

Linien mit einander bilden. Damit beim Visiren nach verschiedenen Objecten die Bilder sich nicht decken und dadurch undeutlich werden, bringt man eine Blendung an, welche eine Oeffnung von höchstens einem Millimeter hat. Auf dem Deckel des Apparates steht ein Fernrohr, mit dessen Hilfe man das Objectiv der Camera obscura auf die verschiedenen Signalpunkte einstellen kann. Die Achse dieses Objectives hat eine solche Lage gegen die vertikale runde Scheibe, daß das Bild jedesmal auf die Hälfte des Radius der letzteren fällt.

Weil es aber schwierig ist, die Bewegung der kreisrunden Scheibe vollständig in Uebereinstimmung zu bringen mit der Bewegung der Camera selbst, so hat Chevallier später seinem Apparate eine etwas andere Einrichtung gegeben. Er läßt nämlich durch ein Prisma das durch das Objectiv eintretende Licht auf die sensibilisirte Bodenplatte werfen, wo dasselbe ein Bild erzeugt. Diese Bodenplatte ist fest und auf ihr steht auf einem kreisförmigen Rande, der die Drehungsachse vertritt, die Camera obscura. Auf diese Weise läßt sich unmittelbar auf der Bodenplatte ein richtiges Meßtischbild erzeugen.

Wärmelehre.

Das Sieden des Wassers.

Die Umwandlung des tropfbarflüssigen Wassers in gasförmigen Wasserdampf wird durch zwei scheinbar ganz verschiedene Prozesse vermittelt, durch die Verdunstung und durch das Sieden. Bei dem ersteren geht die Dampfbildung an der Oberfläche, da wo das Wasser mit der Luft oder mit einem luftverdünnten oder luftleeren Raume in Berührung ist, von statten. Die Ueberführung des Wassers in Dampf erfolgt hier ohne wahrnehmbare äußere Erscheinungen ganz ruhig und unmerkbar; die Flüssigkeit verschwindet allmälig spurlos. Die Verdunstung tritt ferner bei jeder Temperatur ein, selbst wenn das Thermometer noch unter dem Gefrierpunkte steht.

Anders ist es beim Sieden des Wassers oder anderer Flüssigkeiten. Hierbei entstehen durch die Wirkung der Wärme im Innern der Flüssigkeit Dampfbläschen, welche in die Höhe

steigen und anfangs wenn sie in die höher gelegenen Wasserschichten gelangen, condensirt werden, später aber wenn die ganze Flüssigkeit kräftiger durchwärmt ist, sich zu größeren Blasen vereinigen, die, bis zur Oberfläche aufsteigend, dort ihren Dampf entweichen lassen und dabei die ganze Flüssigkeit in eine wallende Bewegung bringen. Die Erfahrung zeigt, daß dieses Sieden nicht eintritt, bevor eine bestimmte Temperatur erreicht ist, die von dem auf der Flüssigkeit lastenden Drucke abhängt. Beträgt dieser Druck eine Atmosphäre, so ist die zum Sieden nöthige Temperatur 100 Grad Celsius, bei zwei Atmosphären Druck beträgt sie 120,6 Grad u. s. w. Ueberhaupt tritt das Sieden erst dann ein, wenn die Spannung des Dampfes, welcher bei der Temperatur entsteht, hinreichend ist, den Druck, der auf der Flüssigkeit lastet zu überwinden. Auf S. 363 u. f. des vorigen Jahrganges sind die Temperaturen angegeben, welche der Dampf haben muß, wenn er eine gegebene Spannung besitzen soll.

Das eben ausgesprochene Gesetz, daß das Wasser nicht eher zu sieden beginnt, als bis der bei der betreffenden Temperatur gebildete Dampf im Stande ist den auf der Wasserfläche lastenden Druck zu überwinden, ist unter dem Namen des Dalton'schen Gesetzes bekannt. In der eben ausgesprochenen Form ist das Gesetz auch vollständig richtig; wenn man dasselbe aber bisher gewöhnlich so aufgefaßt hat, als trete allemal das Sieden ein, sobald die Temperatur so hoch gestiegen ist, daß die bei dieser Temperatur gebildeten Dämpfe im Stande sind, den auf dem Wasser lastenden Druck zu bewältigen, so ist dieses eine unberechtigte Erweiterung jenes Gesetzes gewesen. Den Nachweis hierfür hat Louis Dufour, Professor der Physik an der Akademie zu Lausanne geführt, indem er expermimentell zeigte, daß man das Wasser unter Umständen beträchtlich über die dem Dalton'schen Gesetze entsprechende Temperatur erwärmen kann, ohne daß Sieden eintrittt.

Schon früher haben verschiedene Physiker die Wahrnehmung gemacht, daß das Wasser über den Siedepunkt erwärmt werden kann, ohne daß es in's Sieden geräth und ebenso hat man längst die Bemerkung gemacht, daß außer dem Drucke, der auf dem Wasserspiegel ruht, der Zustand der Gefäßwände

auf das Sieden von Einfluß ist; Gay-Lussac fand z. B., daß Wasser in Metallgefäßen eher kocht als in gut gereinigten gläsernen. Ferner hat man längst in Laboratorien die Beobachtung gemacht, daß das Sieden in Glasgefäßen bei vielen Flüssigkeiten immer unter mehr oder minder heftigem Aufstoßen vor sich geht, und daß zur Verhütung dieser Erscheinung es genügt, einige Metallstücken, insbesondere Platinschnitzel in die Flüssigkeit zu werfen. Aus allen diesen Erscheinungen zog man den Schluß, daß der Luftgehalt der Flüssigkeit von Einfluß auf das Sieden sei, und daß bei mangelndem Luftgehalt die Flüssigkeiten die Tendenz haben, im tropfbarflüssigen Zustande auch dann noch zu verharren, wenn die Erhitzung über die dem Dalton'schen Gesetze entsprechende normale Siedetemperatur steigt. Aus dem Umstande, daß Glaswände weniger Luft an ihrer Oberfläche zu verdichten vermögen, als Metallwände, würde sich dann das leichtere Sieden in Metallgefäßen erklären; auch würde man hierin den Grund für das stoßweise Sieden in Glasgefäßen finden können. Wegen des geringen Luftgehaltes tritt nämlich eine Ueberhitzung des Wassers über den normalen Siedepunkt ein, und wenn dann einmal Dämpfe entwickelt werden, so geschieht dieses in Folge der höheren Temperatur gleich massenhaft. Die Wirkung der in die Flüssigkeit geworfenen Platinschnitzel u. dgl. beruht dann einfach darauf, daß diese Körperchen an ihrer Oberfläche eine Luftschicht tragen, und daß durch die hierdurch veranlaßte Bildung von Luftbläschen in der Flüssigkeit die Ueberhitzung der letzteren und damit das stoßweise Kochen vermieden wird. Für die Richtigkeit dieser Erklärung spricht auch noch die Erfahrung, daß beim längeren Liegen in der siedenden Flüssigkeit die Platinschnitzel ihre Kraft verlieren und dieselbe erst durch längeres Liegen an der Luft wieder gewinnen.

Die Versuche Dufours haben nun die Richtigkeit des oben Gesagten bestätigt. Durch sie ist der Nachweis geliefert worden, daß die Anwesenheit von Luft im Wasser das Sieden wesentlich befördert und daß das letztere bei völliger Ruhe der Flüssigkeit überhaupt nicht eintreten kann, wenn nicht im Inneren sich freie Oberflächen vorfinden. Alles Sieden kommt sonach auf Verdunstungsprozesse zurück. Wenn in der

Flüssigkeit sich ein hohler Raum, etwa eine Luftblase befindet, so verdunstet das Wasser von der umgebenden Fläche in diesen Raum, vergrößert ihn dadurch und die Blase steigt, wenn anders die Spannung des Dampfes hoch genug ist, in die Höhe.

Um nun zunächst zu zeigen, daß eine freie Fülle zum Eintreten des Siedens nöthig ist, suspendirte Dufour eine Flüssigkeit derart in einer andern, daß sie überall von flüssigen Wänden umgeben und vor der Berührung mit der Luft abgesperrt war. Zu dem Zwecke mischte er Leinöl vom specifischen Gewicht 0,93 mit Nelkenöl vom spec. Gew. 1,05 in einem solchen Verhältnisse, daß das Gemenge genau das specifische Gewicht des Wassers von 100 Grad Celsius erhielt. Diese Mischung wurde in ein metallenes Gefäß gebracht, das an den Seiten mit Fenstern versehen war, um die Vorgänge im Innern beobachten zu können. In diesem Gefäße wurde das Gemisch der beiden Öle bis zu einer Temperatur von 120 Grad erwärmt. Dann ließ er mittels einer Pipette einen großen Tropfen Wasser hineinfallen, welcher, schwerer als die erwärmte Flüssigkeit, auf den Boden sank, und sich in eine Menge kleiner Tröpfchen theilte, die in der Flüssigkeit aufstiegen, bald schweben blieben und sich bis auf 120 Grad erwärmten. Nach Dufour's Angaben kann man die Erhitzung noch viel weiter, bis auf 178 Grad treiben, ohne daß die Tropfen sich in Dampf verwandeln, und es ist nicht gerade unwahrscheinlich daß man unter Anwendung besonderer Vorsichtsmaßregeln die Erhitzung selbst bis auf 200 Grad treiben kann, ohne den tropfbarflüssigen Zustand des Wassers aufzuheben.

Dufour versuchte nun, was für eine Wirkung die Berührung dieser Wasserkügelchen mit einem Metallstifte oder einem Stück Holz haben würde. So lange die Temperatur noch unter 100 Grad war, zeigte sich gar nichts Beachtenswerthes. Bei einer Temperatur von 110 bis 130 Grad dagegen fand bei jeder Berührung eines Tröpfchens mit einem derartigen Körper eine lebhafte Dampfentwickelung statt, man bemerkte ein Zischen, der Tropfen wurde fortgeschleudert und wenn er klein war ging er ganz in Dampf über. Es konnte diese Erscheinung nur eine Folge der an der Ober-

fläche des festen Körpers haftenden Luft sein, denn wenn man diese Versuche eine Zeit lang fortgesetzt hatte und neue Kügelchen berührte, so trat keine Verdampfung mehr ein; die dünne Luftschicht, welche vorher die Oberfläche des Messingstäbchens oder des Holzstückchens bedeckte, war dann eben verbraucht.

Versuche ganz gleicher Art lassen sich auch anstellen mit Chloroform, das man in einer Zinkchlorürlösung suspendirt, mit schwefeliger Säure, die in Schwefelsäure schwebt, u. s. w. Bei Anwendung des Chloroformes welches bei 60 Grad Celsius siedet, kann die Erhitzung bis 98 Grad steigen, bei schwefeliger Säure, deren Siedepunkt 10 Grad unter Null liegt, kann man bis 18 Grad über Null erhitzen.

Durch diese Versuche dürfte die Richtigkeit der Ansicht, daß das Sieden nur bei Anwesenheit freier Oberflächen in der Flüssigkeit stattfinden kann, hinlänglich erwiesen sein. Dufour hat aber, um noch einen Beweis mehr zu haben, auch noch gezeigt, daß die Entwickelung von Gas im Innern der Flüssigkeit das Sieden befördert. Er brachte in eine gut gereinigte Glasretorte angesäuertes Wasser, welches durch wiederholtes Sieden von Luft befreit worden und verdünnte die Luft über dem Wasser soweit, daß der Druck nur noch dem einer Quecksilbersäule von 150 Millimeter gleich war, was einem Siedepunkte von 60 Grad Celsius entspricht. Das Sieden trat indessen auch bei 75 Grad noch nicht ein. Als aber ein elektrischer Strom durch das Wasser geleitet und dadurch Sauerstoff- und Wasserstoffgas entwickelt wurde, trat plötzlich ein äußerst heftiges Sieden ein, so daß ein Theil des Wassers fortgeschleudert wurde.

Um eine größere Menge Wassers in überhitzten Zustand zu versetzen ist es zweckmäßig, diese zuerst unter höherem Drucke auf eine gewisse Temperatur zu bringen und dann den Druck mehr und mehr zu vermindern. Auf solche Weise gelang es Dufour, Wasser bis 20 und 30 Grad über seinen Siedepunkt zu erhitzen. Er bediente sich zu diesen Versuchen einer Retorte von ungefähr 120 Cubikcentimeter Inhalt mit Tubulus, durch welchen letzteren ein Thermometer in die Flüssigkeit eingeführt würde. Der Hals der Retorte war mit einer von kaltem Wasser umgebenen Vorlage aus Blech

von ungefähr $1^1/_4$ Liter Inhalt in Verbindung, und diese communicirte wiederum mit einer Luftpumpe, die mit einem Quecksilbermanometer versehen war. Jeder Theil des Apparates konnte durch Hähne abgesondert und eingeschaltet werden. Es wurde nun zunächst das Wasser in der Retorte in offener Verbindung mit der atmosphärischen Luft mittels eines Oelbades bis auf 100 Grad Celsius erwärmt. Dann wurde das Oelbad entfernt, sodaß das Wasser in den Zustand ruhiger Abkühlung trat. Es wurde hierauf die Verbindung mit der Atmosphäre aufgehoben und die Luftpumpe vorsichtig in Thätigkeit versetzt. In Folge dessen sank der Druck über dem Wasser und man konnte nun durch gleichzeitige Beobachtungen des Thermometer- und Manometerstandes prüfen, in wie weit der Eintritt des Siedens von dem Dalton'schen Gesetze abwich. Versuche mit destillirtem Wasser ergaben, daß bei wiederholtem Sieden eine immer stärkere Ueberhitzung des Wassers herbeigeführt werden kann. Wenn zuerst das Wasser nach einer nicht bis zum Sieden getriebenen Erwärmung abgekühlt und dann der Druck vermindert wurde, so trat das Sieden ganz nach dem Dalton'schen Gesetze ein, es zeigte sich höchstens ein Zurückbleiben um einige Zehntelgrade. Je öfter aber das Wasser vor dem Versuche gekocht worden war, desto deutlicher wurde das Zurückbleiben.

Nothwendige Bedingung für das Eintreten der Ueberhitzung ist aber eine vollkommene Ruhe der Flüssigkeit; die geringste Erschütterung des Gefäßes, ein Tritt in der Nähe, ist im Stande, die überhitzte Flüssigkeit sofort in das lebhafteste Sieden zu bringen. Aus diesem Grunde ist es auch schwer, größere Mengen Wasser durch directe Erwärmung in überhitzten Zustand zu versetzen. Diese Erscheinnng erinnert übrigens lebhaft an eine ähnliche Erfahrung, die man im Bezug auf das Gefrieren des Wassers gemacht hat. Man kann nämlich das Wasser, wenn es im Zustande völliger Ruhe bleibt, ziemlich tief unter den Gefrierpunkt abkühlen, ohne daß es zu Eis erstarrt; wenn man es aber nur ein klein wenig erschüttert, so tritt die Erstarrung rasch durch die ganze Masse ein. In beiden Fällen, wenn das Wasser unter den Gefrierpunkt abgekühlt, und wenn es über den Siedepunkt erwärmt ist, befindet sich dasselbe in einen Zu-

stande labilen Gleichgewichtes, der durch die geringste Erschütterung gestört werden kann.

Dufour glaubt nun in den von ihm gemachten Erfahrungen die Erklärung vieler Dampfkesselexplosionen gefunden zu haben. Die meisten solcher Explosionen erfolgen wenn der Kessel in Ruhe ist, oder bald nachher. Wenn die Feuerung eingestellt und die Dampfabschlußöffnungen gesperrt sind, so tritt im Kessel ein Zustand allmähliger Abkühlung ein. Der mehr der Berührung mit der kalten äußeren Luft ausgesetzte Dampfraum des Kessels muß dabei natürlich schneller seine Wärme verlieren, als der mit dem erhitzten Mauerwerk umgebene Wasserraum. In dem Verhältnisse wie sich der Dampf abkühlt, und condensirt sinkt auch der Druck im Dampfraume und das verhältnißmäßig noch warme Wasser sollte unter diesem Drucke wieder sieden. Allein die Versuche Dufours zeigen, daß gerade unter diesen Umständen ein Zurückbleiben des Siedens und also eine Ueberhitzung des Wassers sehr leicht eintritt. Im Ganzen wird allerdings eine solche Ueberhitzung nur selten in einem Dampfkessel eintreten, weil das Wasser in demselben nur selten im Zustande vollkommener Ruhe sich befindet, indem bei der Ungleichmäßigkeit der Erwärmung immer Strömungen in demselben stattfinden werden. Wenn aber in einzelnen Fällen, vielleicht veranlaßt durch eine fehlerhafte, die Zirkulation des Wassers hindernde Construktion des Kessels, doch ein solcher Zustand der Ueberhitzung sich in großem Maßstabe einstellt, so liegt die Gefahr einer Explosion sehr nahe. Sobald nämlich eine geringe Erschütterung des Kessels das Wasser in demselben in Bewegung setzt, wird die Dampfentwickelung plötzlich sehr lebhaft von statten gehen und der Kessel wird mit einem male einen sehr hohen Druck auszuhalten haben. Gerade so plötzliche Steigerungen des Druckes sind aber höchst gefährlich für die Dampfkessel, sie bewirken viel leichter eine Explosion als allmählige Steigerungen des Druckes, die vielleicht denselben Grad erreichen können, ohne dem Kessel Gefahr zu bringen. Im Falle einer ruhigen gleichmäßigen Vermehrung des Druckes entstehen auch leichter Risse in den Kesselwänden, durch die der Dampf entweichen kann, ohne daß eine Explosion eintritt. Für diese Erklärung spricht übrigens auch

der Umstand, daß in vielen Fällen die Dampfspannung unmittelbar vor der Explosion eine sehr niedrige war.

Auch die Erscheinungen bei einer am 13. Juni 1863 in Worms stattgefundenen Kessel-Explosion sprechen durchaus für die Richtigkeit der oben angegebenen Erklärung.

Nach den Mittheilungen von Stein, technischem Direktor der dortigen Wollengarn-Spinnerei, war der fragliche Kessel 10 Monate früher aufgestellt worden und hatte bei der Probe durch den technischen Beamten keinerlei Fehler gezeigt, während an einem daneben liegenden, der zugleich mit aufgestellt wurde, zwei Nieten nachgearbeitet werden mußten. In demselben Raume lagen außerdem noch zwei andere Kessel, welche seit fünf Jahren im Betrieb waren und verschiedene Reparaturen erfahren hatten.

Diese vier Kessel, welche zugleich im Betrieb waren und einen gemeinschaftlichen Dampfraum hatten, wurden abends, jeder für sich, abgesperrt und morgens vor Beginn der Arbeit wieder vereinigt.

Am 13. Juni morgens, eine Viertelstunde vor Beginn der Arbeit, explodirte eines der beiden unter dem Kessel befindlichen Siederohre mit einer solchen Gewalt, daß nicht nur das Kesselhaus und die daranstoßenden Gebäulichkeiten zum größten Theil ganz zerstört wurden, sondern der Kessel selbst, mit dem andern Siederohre noch verbunden und mit demselben und dem Wasser etwa 400 Centner wiegend, wurde so hoch in die Luft geschleudert, daß er auf das Dach des daneben stehenden Trockenhauses fiel und dieses vollständig zusammendrückte. Der hintere $6\frac{1}{2}$ Centner schwere Theil des explodirten Siederohres wurde in horizontaler Richtung über 100 Schritt weit fortgeschleudert, und durchbrach dann eine Mauer, nachdem er auf dem Wege dahin den Widerstand von vielem Gestrüpp überwunden hatte.

Der Kessel hatte eine Länge von ungefähr 8 Metern (32 hessische Fuß) und lag auf zwei Siederöhren, mit denen er durch je 2 Stutzröhren verbunden war. Letztere waren auf die Länge des Kessels so vertheilt, daß zwischen ihnen nur 1,9 Meter (7,6 Fuß) Raum blieb, während die äußeren Enden der Siederohre ohne Verbindung mit dem

oberen Kessel, eine Länge von nahezu 3 Meter (12 Fuß) hatten. Die Feuerung befand sich unter den Siederöhren.

Durch diese Anordnung war jedenfalls die Zirkulation des Wassers im Kessel sehr erschwert und es konnte leicht in den Siederöhren eine Ueberhitzung des Wassers eintreten, zumal während des Ruhestandes in der Nacht die Wärme des Mauerwerkes wohl zum größten Theil an das Kesselwasser übergegangen war.

Als nun der Maschinenwärter vielleicht drei Minuten vor dem Unglück die Dampfhähne öffnete, um die Maschine in Gang setzen zu können, mußte das Bestreben nach Gleichgewicht eine Bewegung der Dämpfe und des Wassers zur Folge haben, was dann eine rasche Dampfentwickelung aus dem überhitzten Wasser im Siederohre und damit die Katastrophe herbeiführte.

Die Spuren der Explosion waren auch am hinteren Ende der Feuerung am stärksten. Während das explodirte Siederohr in kleine Fetzen zerrissen war, hatten das daneben liegende Siederohr und der Hauptkessel nur unerheblichen Schaden genommen, der übrigens beim Kessel nur vom Niederfallen herrührte. Es ist für diese Explosion kaum eine Erklärung, als die oben stehende möglich. An Wasser hatte der Kessel keinen Mangel, denn dasselbe floß noch $1^1/_2$ Stunden nachher aus dem Oberkessel und gespeist war derselbe an jenem Morgen noch nicht worden, da die Maschine noch nicht im Betrieb war.

Es ist daher diese Explosion eine Mahnung mehr, bei der Construktion der Dampfkessel auf eine leichte Zirkulation des Wassers Rücksicht zu nehmen.

Um derartige Kesselexplosionen zu vermeiden hat Dufour vorgeschlagen, durch einen schwachen elektrischen Strom, den man durch das Kesselwasser gehen läßt, eine Gasentwickelung zu bewirken und dadurch der Ueberhitzung vorzubeugen; Poggendorff hat zu dem gleichen Zwecke die Anwendung einer mechanischen Rührvorrichtung, etwa eines kleinen Schaufelrädchens empfohlen, welches den Ruhezustand des Wassers stört. Außerdem dürfte es gut sein, jeden Kessel, wenn er in Stillstand gebracht ist und längere Zeit ruhen soll, erst noch mit frischem, lufthaltigen Wasser zu speisen.

Indem wir uns nun zu den Erscheinungen auf dem Gebiete der

Elektricität und des Magnetismus

wenden, beginnen wir unsere Uebersicht der hier gemachten Fortschritte mit der kurzen Darstellung einer

neuen Theorie der elektrischen Erscheinungen

welche Wilhelm Hankel in Leipzig veröffentlicht hat.

Die Erscheinungen des Lichtes haben zu der Annahme des sogenannten Aethers geführt, durch dessen Schwingungen wir die optischen Phänomene erklären. Beim cirkularpolarisirten Lichte schwingen die Moleküle dieses Aethers in kreisförmigen Bahnen, welche auf der Richtung des Lichtstrahles rechtwinklig stehen, und zwar sämmtlich entweder rechts oder links um.

In ähnlicher Weise denkt sich nun Hankel, daß den elektrischen Erscheinungen kreisförmige Schwingungen des Aethers zu Grunde liegen, welche in dem einen oder dem andern Sinne stattfinden, jenachdem es sich um die positive oder negative Elektricität handelt. Doch schwingen bei den Erscheinungen der freien Elektricität nicht die einzelnen Moleküle des Aethers oder der wägbaren Masse für sich, sondern eine größere Anzahl derselben bildet ein mit gemeinsamer Rotation begabtes Scheibchen, dessen Ausdehnung indessen gegen meßbare Abstände verschwindend klein ist.

Zur Entscheidung der Frage in welchem Sinne die Drehungen bei jeder der beiden Arten der Elektricität erfolgen, geben die bisherigen Beobachtungen keinen Anhalt. Um die Vorstellungen zu fixiren wollen wir uns denken, daß bei einem mit positiver Elektricität bedeckten Körper die Schwingungen um den nach außen gerichteten Theil der Normale jedes Flächentheilchens rechtsum, bei negativer Elektricität dagegen linksum erfolgen.

Sowie beim Schalle, dem Lichte und der Wärme die stehenden Schwingungen, von denen die Bewegungen ausgehen und unterhalten werden, unterschieden werden müssen von den fortschreitenden, durch welche sie von einem Punkte des Raumes zu andern übertragen werden, so haben wir uns auch die auf der Oberfläche eines elektrischen Körpers vorhandenen Schwingungen als stehende zu denken. Durch

Vermittlung des Aethers, nach Umständen auch der unterwegs befindlichen ponderabeln Substanzen können diese Schwingungen auf entfernte Punkte des Raumes übertragen werden.

Eine für die Elektricität isolirende Substanz ist einer klaren Glastafel in ihrem Verhalten gegen das Licht vergleichbar. Sowie die Lichtstrahlen durch diese hindurch gehen, ohne in ihr stehende Schwingungen zu erregen und sie leuchtend zu machen, so gehen auch die fortschreitenden elektrischen Schwingungen, gleichsam die elektrischen Strahlen durch den Isolator hindurch, ohne in ihm stehende elektrische Schwingungen zu erregen. Auf den Leitern der Elektricität dagegen werden durch die eintretenden fortschreitenden Schwingungen eigenthümliche stehende Wirbel erzeugt.

Es handelt sich nun darum, eine möglichst klare Vorstellung von der Fortpflanzung der elektrischen Schwingungen zu gewinnen.

Die Lichterscheinungen nöthigen uns, den Aether aufzufassen als eine aus getrennten und durch abstoßende Kräfte auf einander wirkenden Molekülen bestehende Substanz, in welcher schon eine sehr unbedeutende Verschiebung der Moleküle sehr beträchtliche elastische Kräfte hervorrufen kann. Stabiles Gleichgewicht findet statt, wenn die Anordnung der Moleküle eine derartige ist, daß die Summe aller Abstoßungen einen kleinsten Werth hat.

Man denke sich nun den im stabilen Gleichgewicht befindlichen Aether durch eine Ebene getheilt und nehme an, daß ein Theil des Aethers längs dieser Ebene um ein Stück d verschoben werde, welches im Vergleich zum Abstande e zweier Moleküle sehr klein ist. Durch diese Verschiebung wird nun die Summe der Abstoßungen der Moleküle, welche vorher ihren kleinsten Werth hatte, sich ändern und zwar zunehmen. Diese Zunahme der Abstoßung denke man sich nach dem unter dem Namen des Parallelogramms der Kräfte bekannten Satze der Mechanik zerlegt 1. in eine Kraft parallel zur Ebene der Verschiebung und 2. in eine dazu senkrechte Kraft. Die erste dieser beiden Kräfte ändert jedenfalls ihre Richtung, wenn man die Verschiebung in entgegengesetztem Sinne vornimmt, während die zweite Kraft in diesem Falle ungeändert bleibt. Dieser Umstand giebt die Veran-

lassung, die erste Kraft proportional dem Bruche $\frac{d}{e}$, die letztere aber proportional dem Quadrate dieses Bruches zu setzen.

Die erste Kraft, welche parallel der Verschiebungsebene wirkt, sucht die verschobene Schicht wieder in die alte Lage zu bringen, oder wenn diese festgehalten wird, die anliegende Schicht in gleichem Sinne zu verschieben. Wenn also in der ersten Schicht kreisförmige Wirbelbewegungen der oben beschriebenen Art eintreten, so muß die nothwendige Folge die sein, daß in den folgenden Schichten eben solche Bewegungen, die in demselben Sinne von statten gehen, erzeugt werden. Die Kraft, welche diese Bewegungen erzeugt ist, wie oben bemerkt, proportional dem Werthe von $\frac{d}{e}$, und da d proportional der Rotationsgeschwindigkeit ist, so kann man schließen, daß diese Kraft der Rotationsgeschwindigkeit proportional ist. Um ferner zu erfahren, in welcher Weise bei der weiteren Fortpflanzung der Wirbelbewegung sich die Rotationsgeschwindigkeit ändert, denken wir uns um die Stelle, von welcher der Impuls zu den Wirbelbewegungen ausgeht, mehrere Kugeln, deren Halbmesser sich wie die Zahlen 1, 2, 3 verhalten. Sind die Wirbel überall von gleicher Größe, so sind auf der zweiten Kugel 4 mal und auf der dritten 9 mal soviel Wirbel als auf der ersten und da diese Wirbel alle durch denselben Impuls erzeugt werden, so können wir den Schluß ziehen, daß die Rotationsgeschwindigkeit auf der zweiten Kugel nur $^1/_4$, auf der dritten aber nur $^1/_9$ von der auf der ersten Kugel ist. Die Rotationsgeschwindigkeit ändert sich also im umgekehrten Verhältnisse des Quadrates der Entfernung von der Elektricitätsquelle.

Die zweite, zur Verschiebungsebene senkrechte Kraft, bewirkt eine Vergrößerung der Abstoßung zwischen parallelen Schichten, und zwar ist dieselbe dem Quadrate der Rotationsgeschwindigkeit proportional. Befindet sich die eine Schicht bereits in Wirbelbewegung, wenn die Einwirkung einer andern in Bewegung gesetzten Schicht beginnt, so ist die Vergrößerung der Abstoßung, welche eintritt, natürlich proportio=

nal dem Quadrate der relativen Rotationsgeschwindigkeit der einen Schicht gegen die andere, oder mit anderen Worten, diese Wirkung ist proportional dem Quadrate des Unterschiedes der beiden Rotationsgeschwindigkeiten.

Aus diesen Principien hat nun Hankel zunächst die Gesetze für die elektrostatischen Wirkungen zweier elektrischen Massen abgeleitet.

Man denke sich ein Paar kleine Scheiben in einer Entfernung $AB = r$ in den Punkten A und B neben einander aufgestellt und jede derselben mit einer gleichförmig dicken elektrischen Schicht bedeckt, d. h. man nehme an, daß in allen Punkten auf beiden Seiten einer solchen Scheibe Wirbel von gleicher Größe und Rotationsgeschwindigkeit und von gleichem Sinne im Bezug auf die nach außen gerichtete Normale vorhanden sind. Der zuletzt gemachten Voraussetzung zufolge sind die Wirbel auf den entgegengesetzten Seiten der Scheibe absolut genommen von entgegengesetztem Sinne. Wir wollen uns zunächst beide Scheiben mit gleichnamiger Elektricität bedeckt denken. Liegt dann die Scheibe A von B aus nach links, so wird die rechte Seite von A, auf welcher die Rotationsgeschwindigkeit w sein mag, auf der linken von B eine Wirbelbewegung erzeugen, deren Geschwindigkeit $\frac{w}{r^2}$ ist. Die auf dieser Seite von B bestehende Wirbelbewegung hat den entgegengesetzten Sinn, und wenn w die absolute Geschwindigkeit ist, so ist nach dem Obigen die durch die Wirkung von A erzeugte Vermehrung der Abstoßung zwischen der linken Fläche von B und der nächsten Schicht proportional dem Quadrate von $w' + \frac{w}{r^2}$. Anders ist die Sachlage auf der rechten Seite von B. Hier haben nämlich die durch die Wirkung von A erzeugte Rotationsgeschwindigkeit $\frac{w}{r^2}$ und die dort schon vorhandene w' gleichen Sinn, mithin ist die Vermehrung der Abstoßung zwischen der rechten Seite von B und der benachbarten Schicht proportional dem Quadrate von $w' - \frac{w}{r^2}$. Die

Vermehrung der Abstoßung ist sonach auf der linken Seite von B größer als auf der rechten und der Unterschied

$$\left(w' + \frac{w}{r^2}\right)^2 - \left(w' - \frac{w}{r^2}\right)^2 = \frac{4\ w'\ w}{r^2}$$

giebt uns die Größe der Kraft an, mit welcher B sich von A zu entfernen strebt. Mit derselben Kraft sucht auch A sich von B zu entfernen, wie eine analoge Betrachtung ergiebt.

Denken wir uns dagegen die Scheiben A und B mit entgegengesetzter Elektricität bedeckt, so haben die Wirbel auf der rechten Seite von A absolut denselben Sinn, wie die auf der linken Seite von B und es tritt daher hier eine Vermehrung der Abstoßung ein, welche den Quadrate von $w' - \frac{w}{r^2}$ proportional ist; auf der rechten Seite von B dagegen ist der Sinn der entgegengesetzte und die Vermehrung der Abstoßung ist daher hier dem Quadrate von $w' + \frac{w}{r^2}$ proportional. Die Vermehrung der Abstoßung gegen die benachbarte Schicht ist demnach diesmal um

$$\frac{4\ w\ w'}{r^2}$$

größer auf der rechten Seite von B als auf der linken und es wird also die Scheibe B mit einer diesem Werthe proportionalen Kraft gegen A hingetrieben oder scheinbar von A angezogen.

Auf diese Art ist der bekannte Satz, daß zwei gleichnamig elektrische Körper sich abstoßen, zwei ungleichnamige elektrische aber sich anziehen, abgeleitet, und zugleich dargethan, daß diese Wirkung dem Quadrate der Entfernung umgekehrt proportional und direkt proportional dem Produkte aus den Rotationsgeschwindigkeiten ist.

Da eine nicht leitende mit Elektricität beladene Fläche nach beiden Seiten hin dieselbe Wirkung ausübt, etwa eine positive, so müssen sich von ihr nach beiden Seiten hin Wirbel fortpflanzen, welche absolut entgegengesetzten Sinn haben. Dieses veranlaßt die Vorstellung, daß auf einer solchen Fläche stets eine Doppelschicht von Schwingungen vorhanden ist, und daß die Schwingungen dieser beiden Schichten absolut entgegengesetzte Richtung besitzen. In einem Leiter der Elek-

tricität kann der Abstand dieser beiden Schichten beliebig groß werden, es sind eben dann, wenn dem Leiter Elektricität mitgetheilt wird, alle Wirbel im Bezug auf ihre nach Außen gerichteten Normalen von gleichen Drehungssinne.

Wie sich die Erregung der Elektricität durch Influenz oder Vertheilung durch die Hankel'sche Theorie erklärt, das möge folgendes einfache Beispiel erläutern. Wir wollen uns eine kleine Schellackkugel denken, die mit einer gleichförmigen Schicht etwa positiver Elektricität bedeckt ist. Von der Oberfläche dieser Kugel aus pflanzen sich nach allen Richtungen hin Schwingungen fort, die im Bezug auf die nach außen hin gerichtete Normale gleiche Richtung haben, nämlich in unserem Falle rechtsum gehen. Nach Anologie der Lichterscheinungen dürfen wir annehmen, daß diese Schwingungen sich in geraden Linien, gleichsam in elektrischen Strahlen fortpflanzen. Da wo ein solcher Strahl einen Leiter trifft, erregt er auf seiner Oberfläche stehende Schwingungen von gleicher Richtung. Denken wir uns nun in einiger Entfernnng von der elektrischen Schellackkugel eine Metallkugel befindlich, so wird diese von den elektrischen Strahlen getroffen und durchdrungen werden. An den beiden Punkten nun, wo ein solcher Strahl die Kugel schneidet, werden auf dieser stehende Schwingungen von derselben Rotationsrichtung wie die des Strahles erzeugt. Auf derjenigen Seite der Metallkugel, die der Schellackkugel zugewendet ist, sind diese Schwingungen im Bezug auf die nach außen gerichtete Normale der Metallkugel linksum gerichtet, während sie auf der abgewendeten Seite rechtsum gerichtet sind. Es wird daher die Seite der Metallkugel, welche der positivelektrischen Schellackkugel zugewendet ist, negativ elektrisch, die abgewendete Seite aber positiv elektrisch erscheinen. Hiermit ist das Hauptgesetz über die Erregung der Elektricität durch Influenz nachgewiesen.

Auch die Erscheinungen der Elektrodynamik lassen sich durch die angegebene Theorie erklären. Hankel nimmt dabei an, daß beim Durchgange eines elektrischen Stromes durch einen Metalldraht die in jedem Querschnitte des Drahtes liegenden Aethermoleküle unter Betheiligung der materiellen Moleküle des Metalles einen in gemeinsamer Rotation begriffenen Wirbel um die Achse des Drahtes bilden, und zwar

Flüssigkeit sich ein hohler Raum, etwa eine Luftblase befindet, so verdunstet das Wasser von der umgebenden Fläche in diesen Raum, vergrößert ihn dadurch und die Blase steigt, wenn anders die Spannung des Dampfes hoch genug ist, in die Höhe.

Um nun zunächst zu zeigen, daß eine freie Fülle zum Eintreten des Siedens nöthig ist, suspendirte Dufour eine Flüssigkeit derart in einer andern, daß sie überall von flüssigen Wänden umgeben und vor der Berührung mit der Luft abgesperrt war. Zu dem Zwecke mischte er Leinöl vom specifischen Gewicht 0,93 mit Nelkenöl vom spec. Gew. 1,05 in einem solchen Verhältnisse, daß das Gemenge genau das specifische Gewicht des Wassers von 100 Grad Celsius erhielt. Diese Mischung wurde in ein metallenes Gefäß gebracht, das an den Seiten mit Fenstern versehen war, um die Vorgänge im Innern beobachten zu können. In diesem Gefäße wurde das Gemisch der beiden Öle bis zu einer Temperatur von 120 Grad erwärmt. Dann ließ er mittels einer Pipette einen großen Tropfen Wasser hineinfallen, welcher, schwerer als die erwärmte Flüssigkeit, auf den Boden sank, und sich in eine Menge kleiner Tröpfchen theilte, die in der Flüssigkeit aufstiegen, bald schweben blieben und sich bis auf 120 Grad erwärmten. Nach Dufour's Angaben kann man die Erhitzung noch viel weiter, bis auf 178 Grad treiben, ohne daß die Tropfen sich in Dampf verwandeln, und es ist nicht gerade unwahrscheinlich daß man unter Anwendung besonderer Vorsichtsmaßregeln die Erhitzung selbst bis auf 200 Grad treiben kann, ohne den tropfbarflüssigen Zustand des Wassers aufzuheben.

Dufour versuchte nun, was für eine Wirkung die Berührung dieser Wasserkügelchen mit einem Metallstifte oder einem Stück Holz haben würde. So lange die Temperatur noch unter 100 Grad war, zeigte sich gar nichts Beachtenswerthes. Bei einer Temperatur von 110 bis 130 Grad dagegen fand bei jeder Berührung eines Tröpfchens mit einem derartigen Körper eine lebhafte Dampfentwickelung statt, man bemerkte ein Zischen, der Tropfen wurde fortgeschleudert und wenn er klein war ging er ganz in Dampf über. Es konnte diese Erscheinung nur eine Folge der an der Ober=

fläche des festen Körpers haftenden Luft sein, denn wenn man diese Versuche eine Zeit lang fortgesetzt hatte und neue Kügelchen berührte, so trat keine Verdampfung mehr ein; die dünne Luftschicht, welche vorher die Oberfläche des Messingstäbchens oder des Holzstückchens bedeckte, war dann eben verbraucht.

Versuche ganz gleicher Art lassen sich auch anstellen mit Chloroform, das man in einer Zinkchlorürlösung suspendirt, mit schwefeliger Säure, die in Schwefelsäure schwebt, u. s. w. Bei Anwendung des Chloroformes welches bei 60 Grad Celsius siedet, kann die Erhitzung bis 98 Grad steigen, bei schwefeliger Säure, deren Siedepunkt 10 Grad unter Null liegt, kann man bis 18 Grad über Null erhitzen.

Durch diese Versuche dürfte die Richtigkeit der Ansicht, daß das Sieden nur bei Anwesenheit freier Oberflächen in der Flüssigkeit stattfinden kann, hinlänglich erwiesen sein. Dufour hat aber, um noch einen Beweis mehr zu haben, auch noch gezeigt, daß die Entwickelung von Gas im Innern der Flüssigkeit das Sieden befördert. Er brachte in eine gut gereinigte Glasretorte angesäuertes Wasser, welches durch wiederholtes Sieden von Luft befreit worden und verdünnte die Luft über dem Wasser soweit, daß der Druck nur noch dem einer Quecksilbersäule von 150 Millimeter gleich war, was einem Siedepunkte von 60 Grad Celsius entspricht. Das Sieden trat indessen auch bei 75 Grad noch nicht ein. Als aber ein elektrischer Strom durch das Wasser geleitet und dadurch Sauerstoff- und Wasserstoffgas entwickelt wurde, trat plötzlich ein äußerst heftiges Sieden ein, so daß ein Theil des Wassers fortgeschleudert wurde.

Um eine größere Menge Wassers in überhitzten Zustand zu versetzen ist es zweckmäßig, diese zuerst unter höherem Drucke auf eine gewisse Temperatur zu bringen und dann den Druck mehr und mehr zu vermindern. Auf solche Weise gelang es Dufour, Wasser bis 20 und 30 Grad über seinen Siedepunkt zu erhitzen. Er bediente sich zu diesen Versuchen einer Retorte von ungefähr 120 Cubikcentimeter Inhalt mit Tubulus, durch welchen letzteren ein Thermometer in die Flüssigkeit eingeführt würde. Der Hals der Retorte war mit einer von kaltem Wasser umgebenen Vorlage aus Blech

von ungefähr $1^1/_4$ Liter Inhalt in Verbindung, und diese communicirte wiederum mit einer Luftpumpe, die mit einem Quecksilbermanometer versehen war. Jeder Theil des Apparates konnte durch Hähne abgesondert und eingeschaltet werden. Es wurde nun zunächst das Wasser in der Retorte in offener Verbindung mit der atmosphärischen Luft mittels eines Oelbades bis auf 100 Grad Celsius erwärmt. Dann wurde das Oelbad entfernt, sodaß das Wasser in den Zustand ruhiger Abkühlung trat. Es wurde hierauf die Verbindung mit der Atmosphäre aufgehoben und die Luftpumpe vorsichtig in Thätigkeit versetzt. In Folge dessen sank der Druck über dem Wasser und man konnte nun durch gleichzeitige Beobachtungen des Thermometer- und Manometerstandes prüfen, in wie weit der Eintritt des Siedens von dem Dalton'schen Gesetze abwich. Versuche mit destillirtem Wasser ergaben, daß bei wiederholtem Sieden eine immer stärkere Ueberhitzung des Wassers herbeigeführt werden kann. Wenn zuerst das Wasser nach einer nicht bis zum Sieden getriebenen Erwärmung abgekühlt und dann der Druck vermindert wurde, so trat das Sieden ganz nach dem Dalton'schen Gesetze ein, es zeigte sich höchstens ein Zurückbleiben um einige Zehntelgrade. Je öfter aber das Wasser vor dem Versuche gekocht worden war, desto deutlicher wurde das Zurückbleiben.

Nothwendige Bedingung für das Eintreten der Ueberhitzung ist aber eine vollkommene Ruhe der Flüssigkeit; die geringste Erschütterung des Gefäßes, ein Tritt in der Nähe, ist im Stande, die überhitzte Flüssigkeit sofort in das lebhafteste Sieden zu bringen. Aus diesem Grunde ist es auch schwer, größere Mengen Wasser durch directe Erwärmung in überhitzten Zustand zu versetzen. Diese Erscheinnng erinnert übrigens lebhaft an eine ähnliche Erfahrung, die man im Bezug auf das Gefrieren des Wassers gemacht hat. Man kann nämlich das Wasser, wenn es im Zustande völliger Ruhe bleibt, ziemlich tief unter den Gefrierpunkt abkühlen, ohne daß es zu Eis erstarrt; wenn man es aber nur ein klein wenig erschüttert, so tritt die Erstarrung rasch durch die ganze Masse ein. In beiden Fällen, wenn das Wasser unter den Gefrierpunkt abgekühlt, und wenn es über den Siedepunkt erwärmt ist, befindet sich dasselbe in einen Zu-

stande labilen Gleichgewichtes, der durch die geringste Erschütterung gestört werden kann.

Dufour glaubt nun in den von ihm gemachten Erfahrungen die Erklärung vieler Dampfkesselexplosionen gefunden zu haben. Die meisten solcher Explosionen erfolgen wenn der Kessel in Ruhe ist, oder bald nachher. Wenn die Feuerung eingestellt und die Dampfabschlußöffnungen gesperrt sind, so tritt im Kessel ein Zustand allmähliger Abkühlung ein. Der mehr der Berührung mit der kalten äußeren Luft ausgesetzte Dampfraum des Kessels muß dabei natürlich schneller seine Wärme verlieren, als der mit dem erhitzten Mauerwerk umgebene Wasserraum. In dem Verhältnisse wie sich der Dampf abkühlt, und condensirt sinkt auch der Druck im Dampfraume und das verhältnißmäßig noch warme Wasser sollte unter diesem Drucke wieder sieden. Allein die Versuche Dufours zeigen, daß gerade unter diesen Umständen ein Zurückbleiben des Siedens und also eine Ueberhitzung des Wassers sehr leicht eintritt. Im Ganzen wird allerdings eine solche Ueberhitzung nur selten in einem Dampfkessel eintreten, weil das Wasser in demselben nur selten im Zustande vollkommener Ruhe sich befindet, indem bei der Ungleichmäßigkeit der Erwärmung immer Strömungen in demselben stattfinden werden. Wenn aber in einzelnen Fällen, vielleicht veranlaßt durch eine fehlerhafte, die Zirkulation des Wassers hindernde Construktion des Kessels, doch ein solcher Zustand der Ueberhitzung sich in großem Maßstabe einstellt, so liegt die Gefahr einer Explosion sehr nahe. Sobald nämlich eine geringe Erschütterung des Kessels das Wasser in demselben in Bewegung setzt, wird die Dampfentwickelung plötzlich sehr lebhaft von statten gehen und der Kessel wird mit einem male einen sehr hohen Druck auszuhalten haben. Gerade so plötzliche Steigerungen des Druckes sind aber höchst gefährlich für die Dampfkessel, sie bewirken viel leichter eine Explosion als allmählige Steigerungen des Druckes, die vielleicht denselben Grad erreichen können, ohne dem Kessel Gefahr zu bringen. Im Falle einer ruhigen gleichmäßigen Vermehrung des Druckes entstehen auch leichter Risse in den Kesselwänden, durch die der Dampf entweichen kann, ohne daß eine Explosion eintritt. Für diese Erklärung spricht übrigens auch

der Umstand, daß in vielen Fällen die Dampfspannung unmittelbar vor der Explosion eine sehr niedrige war.

Auch die Erscheinungen bei einer am 13. Juni 1863 in Worms stattgefundenen Kessel-Explosion sprechen durchaus für die Richtigkeit der oben angegebenen Erklärung.

Nach den Mittheilungen von Stein, technischem Direktor der dortigen Wollengarn-Spinnerei, war der fragliche Kessel 10 Monate früher aufgestellt worden und hatte bei der Probe durch den technischen Beamten keinerlei Fehler gezeigt, während an einem daneben liegenden, der zugleich mit aufgestellt wurde, zwei Nieten nachgearbeitet werden mußten. In demselben Raume lagen außerdem noch zwei andere Kessel, welche seit fünf Jahren im Betrieb waren und verschiedene Reparaturen erfahren hatten.

Diese vier Kessel, welche zugleich im Betrieb waren und einen gemeinschaftlichen Dampfraum hatten, wurden abends, jeder für sich, abgesperrt und morgens vor Beginn der Arbeit wieder vereinigt.

Am 13. Juni morgens, eine Viertelstunde vor Beginn der Arbeit, explodirte eines der beiden unter dem Kessel befindlichen Siederohre mit einer solchen Gewalt, daß nicht nur das Kesselhaus und die daranstoßenden Gebäulichkeiten zum größten Theil ganz zerstört wurden, sondern der Kessel selbst, mit dem andern Siederohre noch verbunden und mit demselben und dem Wasser etwa 400 Centner wiegend, wurde so hoch in die Luft geschleudert, daß er auf das Dach des daneben stehenden Trockenhauses fiel und dieses vollständig zusammendrückte. Der hintere $6^1/_2$ Centner schwere Theil des explodirten Siederohres wurde in horizontaler Richtung über 100 Schritt weit fortgeschleudert, und durchbrach dann eine Mauer, nachdem er auf dem Wege dahin den Widerstand von vielem Gestrüpp überwunden hatte.

Der Kessel hatte eine Länge von ungefähr 8 Metern (32 hessische Fuß) und lag auf zwei Siederöhren, mit denen er durch je 2 Stutzröhren verbunden war. Letztere waren auf die Länge des Kessels so vertheilt, daß zwischen ihnen nur 1,9 Meter (7,6 Fuß) Raum blieb, während die äußeren Enden der Siederohre ohne Verbindung mit dem

oberen Kessel, eine Länge von nahezu 3 Meter (12 Fuß) hatten. Die Feuerung befand sich unter den Sieberöhren.

Durch diese Anordnung war jedenfalls die Zirkulation des Wassers im Kessel sehr erschwert und es konnte leicht in den Sieberöhren eine Ueberhitzung des Wassers eintreten, zumal während des Ruhestandes in der Nacht die Wärme des Mauerwerkes wohl zum größten Theil an das Kesselwasser übergegangen war.

Als nun der Maschinenwärter vielleicht drei Minuten vor dem Unglück die Dampfhähne öffnete, um die Maschine in Gang setzen zu können, mußte das Bestreben nach Gleichgewicht eine Bewegung der Dämpfe und des Wassers zur Folge haben, was dann eine rasche Dampfentwickelung aus dem überhitzten Wasser im Sieberohre und damit die Katastrophe herbeiführte.

Die Spuren der Explosion waren auch am hinteren Ende der Feuerung am stärksten. Während das explodirte Sieberohr in kleine Fetzen zerrissen war, hatten das daneben liegende Sieberohr und der Hauptkessel nur unerheblichen Schaden genommen, der übrigens beim Kessel nur vom Niederfallen herrührte. Es ist für diese Explosion kaum eine Erklärung, als die oben stehende möglich. An Wasser hatte der Kessel keinen Mangel, denn dasselbe floß noch 1½ Stunden nachher aus dem Oberkessel und gespeist war derselbe an jenem Morgen noch nicht worden, da die Maschine noch nicht im Betrieb war.

Es ist daher diese Explosion eine Mahnung mehr, bei der Construktion der Dampfkessel auf eine leichte Zirkulation des Wassers Rücksicht zu nehmen.

Um derartige Kesselexplosionen zu vermeiden hat Dufour vorgeschlagen, durch einen schwachen elektrischen Strom, den man durch das Kesselwasser gehen läßt, eine Gasentwickelung zu bewirken und dadurch der Ueberhitzung vorzubeugen; Poggendorff hat zu dem gleichen Zwecke die Anwendung einer mechanischen Rührvorrichtung, etwa eines kleinen Schaufelrädchens empfohlen, welches den Ruhezustand des Wassers stört. Außerdem dürfte es gut sein, jeden Kessel, wenn er in Stillstand gebracht ist und längere Zeit ruhen soll, erst noch mit frischem, lufthaltigen Wasser zu speisen.

Indem wir uns nun zu den Erscheinungen auf dem Gebiete der

Elektricität und des Magnetismus

wenden, beginnen wir unsere Uebersicht der hier gemachten Fortschritte mit der kurzen Darstellung einer

neuen Theorie der elektrischen Erscheinungen

welche Wilhelm Hankel in Leipzig veröffentlicht hat.

Die Erscheinungen des Lichtes haben zu der Annahme des sogenannten Aethers geführt, durch dessen Schwingungen wir die optischen Phänomene erklären. Beim cirkularpolarisirten Lichte schwingen die Moleküle dieses Aethers in kreisförmigen Bahnen, welche auf der Richtung des Lichtstrahles rechtwinklig stehen, und zwar sämmtlich entweder rechts oder links um.

In ähnlicher Weise denkt sich nun Hankel, daß den elektrischen Erscheinungen kreisförmige Schwingungen des Aethers zu Grunde liegen, welche in dem einen oder dem andern Sinne stattfinden, jenachdem es sich um die positive oder negative Elektricität handelt. Doch schwingen bei den Erscheinungen der freien Elektricität nicht die einzelnen Moleküle des Aethers oder der wägbaren Masse für sich, sondern eine größere Anzahl derselben bildet ein mit gemeinsamer Rotation begabtes Scheibchen, dessen Ausdehnung indessen gegen meßbare Abstände verschwindend klein ist.

Zur Entscheidung der Frage in welchem Sinne die Drehungen bei jeder der beiden Arten der Elektricität erfolgen, geben die bisherigen Beobachtungen keinen Anhalt. Um die Vorstellungen zu fixiren wollen wir uns denken, daß bei einem mit positiver Elektricität bedeckten Körper die Schwingungen um den nach außen gerichteten Theil der Normale jedes Flächentheilchens rechtsum, bei negativer Elektricität dagegen linksum erfolgen.

Sowie beim Schalle, dem Lichte und der Wärme die stehenden Schwingungen, von denen die Bewegungen ausgehen und unterhalten werden, unterschieden werden müssen von den fortschreitenden, durch welche sie von einem Punkte des Raumes zu andern übertragen werden, so haben wir uns auch die auf der Oberfläche eines elektrischen Körpers vorhandenen Schwingungen als stehende zu denken. Durch

Vermittlung des Aethers, nach Umständen auch der unterwegs befindlichen ponderabeln Substanzen können diese Schwingungen auf entfernte Punkte des Raumes übertragen werden.

Eine für die Elektricität isolirende Substanz ist einer klaren Glastafel in ihrem Verhalten gegen das Licht vergleichbar. Sowie die Lichtstrahlen durch diese hindurch gehen, ohne in ihr stehende Schwingungen zu erregen und sie leuchtend zu machen, so gehen auch die fortschreitenden elektrischen Schwingungen, gleichsam die elektrischen Strahlen durch den Isolator hindurch, ohne in ihm stehende elektrische Schwingungen zu erregen. Auf den Leitern der Elektricität dagegen werden durch die eintretenden fortschreitenden Schwingungen eigenthümliche stehende Wirbel erzeugt.

Es handelt sich nun darum, eine möglichst klare Vorstellung von der Fortpflanzung der elektrischen Schwingungen zu gewinnen.

Die Lichterscheinungen nöthigen uns, den Aether aufzufassen als eine aus getrennten und durch abstoßende Kräfte auf einander wirkenden Molekülen bestehende Substanz, in welcher schon eine sehr unbedeutende Verschiebung der Moleküle sehr beträchtliche elastische Kräfte hervorrufen kann. Stabiles Gleichgewicht findet statt, wenn die Anordnung der Moleküle eine derartige ist, daß die Summe aller Abstoßungen einen kleinsten Werth hat.

Man denke sich nun den im stabilen Gleichgewicht befindlichen Aether durch eine Ebene getheilt und nehme an, daß ein Theil des Aethers längs dieser Ebene um ein Stück d verschoben werde, welches im Vergleich zum Abstande e zweier Moleküle sehr klein ist. Durch diese Verschiebung wird nun die Summe der Abstoßungen der Moleküle, welche vorher ihren kleinsten Werth hatte, sich ändern und zwar zunehmen. Diese Zunahme der Abstoßung denke man sich nach dem unter dem Namen des Parallelogramms der Kräfte bekannten Satze der Mechanik zerlegt 1. in eine Kraft parallel zur Ebene der Verschiebung und 2. in eine dazu senkrechte Kraft. Die erste dieser beiden Kräfte ändert jedenfalls ihre Richtung, wenn man die Verschiebung in entgegengesetztem Sinne vornimmt, während die zweite Kraft in diesem Falle ungeändert bleibt. Dieser Umstand giebt die Veran=

lassung, die erste Kraft proportional dem Bruche $\frac{d}{e}$, die letztere aber proportional dem Quadrate dieses Bruches zu setzen.

Die erste Kraft, welche parallel der Verschiebungsebene wirkt, sucht die verschobene Schicht wieder in die alte Lage zu bringen, oder wenn diese festgehalten wird, die anliegende Schicht in gleichem Sinne zu verschieben. Wenn also in der ersten Schicht kreisförmige Wirbelbewegungen der oben beschriebenen Art eintreten, so muß die nothwendige Folge die sein, daß in den folgenden Schichten eben solche Bewegungen, die in demselben Sinne von statten gehen, erzeugt werden. Die Kraft, welche diese Bewegungen erzeugt ist, wie oben bemerkt, proportional dem Werthe von $\frac{d}{e}$, und da d proportional der Rotationsgeschwindigkeit ist, so kann man schließen, daß diese Kraft der Rotationsgeschwindigkeit proportional ist. Um ferner zu erfahren, in welcher Weise bei der weiteren Fortpflanzung der Wirbelbewegung sich die Rotationsgeschwindigkeit ändert, denken wir uns um die Stelle, von welcher der Impuls zu den Wirbelbewegungen ausgeht, mehrere Kugeln, deren Halbmesser sich wie die Zahlen 1, 2, 3 verhalten. Sind die Wirbel überall von gleicher Größe, so sind auf der zweiten Kugel 4 mal und auf der dritten 9 mal soviel Wirbel als auf der ersten und da diese Wirbel alle durch denselben Impuls erzeugt werden, so können wir den Schluß ziehen, daß die Rotationsgeschwindigkeit auf der zweiten Kugel nur $^1/_4$, auf der dritten aber nur $^1/_9$ von der auf der ersten Kugel ist. Die Rotationsgeschwindigkeit ändert sich also im umgekehrten Verhältnisse des Quadrates der Entfernung von der Elektricitätsquelle.

Die zweite, zur Verschiebungsebene senkrechte Kraft, bewirkt eine Vergrößerung der Abstoßung zwischen parallelen Schichten, und zwar ist dieselbe dem Quadrate der Rotationsgeschwindigkeit proportional. Befindet sich die eine Schicht bereits in Wirbelbewegung, wenn die Einwirkung einer andern in Bewegung gesetzten Schicht beginnt, so ist die Vergrößerung der Abstoßung, welche eintritt, natürlich proportio=

nal dem Quadrate der relativen Rotationsgeschwindigkeit der einen Schicht gegen die andere, oder mit anderen Worten, diese Wirkung ist proportional dem Quadrate des Unterschiedes der beiden Rotationsgeschwindigkeiten.

Aus diesen Principien hat nun Hankel zunächst die Gesetze für die elektrostatischen Wirkungen zweier elektrischen Massen abgeleitet.

Man denke sich ein Paar kleine Scheiben in einer Entfernung $AB = r$ in den Punkten A und B neben einander aufgestellt und jede derselben mit einer gleichförmig dicken elektrischen Schicht bedeckt, d. h. man nehme an, daß in allen Punkten auf beiden Seiten einer solchen Scheibe Wirbel von gleicher Größe und Rotationsgeschwindigkeit und von gleichem Sinne im Bezug auf die nach außen gerichtete Normale vorhanden sind. Der zuletzt gemachten Voraussetzung zufolge sind die Wirbel auf den entgegengesetzten Seiten der Scheibe absolut genommen von entgegengesetztem Sinne. Wir wollen uns zunächst beide Scheiben mit gleichnamiger Elektricität bedeckt denken. Liegt dann die Scheibe A von B aus nach links, so wird die rechte Seite von A, auf welcher die Rotationsgeschwindigkeit w sein mag, auf der linken von B eine Wirbelbewegung erzeugen, deren Geschwindigkeit $\frac{w}{r^2}$ ist. Die auf dieser Seite von B bestehende Wirbelbewegung hat den entgegengesetzten Sinn, und wenn w' die absolute Geschwindigkeit ist, so ist nach dem Obigen die durch die Wirkung von A erzeugte Vermehrung der Abstoßung zwischen der linken Fläche von B und der nächsten Schicht proportional dem Quadrate von $w' + \frac{w}{r^2}$. Anders ist die Sachlage auf der rechten Seite von B. Hier haben nämlich die durch die Wirkung von A erzeugte Rotationsgeschwindigkeit $\frac{w}{r^2}$ und die dort schon vorhandene w' gleichen Sinn, mithin ist die Vermehrung der Abstoßung zwischen der rechten Seite von B und der benachbarten Schicht proportional dem Quadrate von $w' - \frac{w}{r^2}$. Die

Vermehrung der Abstoßung ist sonach auf der linken Seite von B größer als auf der rechten und der Unterschied

$$\left(w' + \frac{w}{r^2}\right)^2 - \left(w' - \frac{w}{r^2}\right)^2 = \frac{4\ w'\ w}{r^2}$$

giebt uns die Größe der Kraft an, mit welcher B sich von A zu entfernen strebt. Mit derselben Kraft sucht auch A sich von B zu entfernen, wie eine analoge Betrachtung ergiebt.

Denken wir uns dagegen die Scheiben A und B mit entgegengesetzter Elektricität bedeckt, so haben die Wirbel auf der rechten Seite von A absolut denselben Sinn, wie die auf der linken Seite von B und es tritt daher hier eine Vermehrung der Abstoßung ein, welche den Quadrate von $w' - \frac{w}{r^2}$ proportional ist; auf der rechten Seite von B dagegen ist der Sinn der entgegengesetzte und die Vermehrung der Abstoßung ist daher hier dem Quadrate von $w' + \frac{w}{r^2}$ proportional. Die Vermehrung der Abstoßung gegen die benachbarte Schicht ist demnach diesmal um

$$\frac{4\ w\ w'}{r^2}$$

größer auf der rechten Seite von B als auf der linken und es wird also die Scheibe B mit einer diesem Werthe proportionalen Kraft gegen A hingetrieben oder scheinbar von A angezogen.

Auf diese Art ist der bekannte Satz, daß zwei gleichnamig elektrische Körper sich abstoßen, zwei ungleichnamige elektrische aber sich anziehen, abgeleitet, und zugleich dargethan, daß diese Wirkung dem Quadrate der Entfernung umgekehrt proportional und direkt proportional dem Produkte aus den Rotationsgeschwindigkeiten ist.

Da eine nicht leitende mit Elektricität beladene Fläche nach beiden Seiten hin dieselbe Wirkung ausübt, etwa eine positive, so müssen sich von ihr nach beiden Seiten hin Wirbel fortpflanzen, welche absolut entgegengesetzten Sinn haben. Dieses veranlaßt die Vorstellung, daß auf einer solchen Fläche stets eine Doppelschicht von Schwingungen vorhanden ist, und daß die Schwingungen dieser beiden Schichten absolut entgegengesetzte Richtung besitzen. In einem Leiter der Elek-

tricität kann der Abstand dieser beiden Schichten beliebig groß werden, es sind eben dann, wenn dem Leiter Elektricität mitgetheilt wird, alle Wirbel im Bezug auf ihre nach Außen gerichteten Normalen von gleichen Drehungssinne.

Wie sich die Erregung der Elektricität durch Influenz oder Vertheilung durch die Hankel'sche Theorie erklärt, das möge folgendes einfache Beispiel erläutern. Wir wollen uns eine kleine Schellackkugel denken, die mit einer gleichförmigen Schicht etwa positiver Elektricität bedeckt ist. Von der Oberfläche dieser Kugel aus pflanzen sich nach allen Richtungen hin Schwingungen fort, die im Bezug auf die nach außen hin gerichtete Normale gleiche Richtung haben, nämlich in unserem Falle rechtsum gehen. Nach Anologie der Lichterscheinungen dürfen wir annehmen, daß diese Schwingungen sich in geraden Linien, gleichsam in elektrischen Strahlen fortpflanzen. Da wo ein solcher Strahl einen Leiter trifft, erregt er auf seiner Oberfläche stehende Schwingungen von gleicher Richtung. Denken wir uns nun in einiger Entfernnng von der elektrischen Schellackkugel eine Metallkugel befindlich, so wird diese von den elektrischen Strahlen getroffen und durchdrungen werden. An den beiden Punkten nun, wo ein solcher Strahl die Kugel schneidet, werden auf dieser stehende Schwingungen von derselben Rotationsrichtung wie die des Strahles erzeugt. Auf derjenigen Seite der Metallkugel, die der Schellackkugel zugewendet ist, sind diese Schwingungen im Bezug auf die nach außen gerichtete Normale der Metallkugel linksum gerichtet, während sie auf der abgewendeten Seite rechtsum gerichtet sind. Es wird daher die Seite der Metallkugel, welche der positivelektrischen Schellackkugel zugewendet ist, negativ elektrisch, die abgewendete Seite aber positiv elektrisch erscheinen. Hiermit ist das Hauptgesetz über die Erregung der Elektricität durch Influenz nachgewiesen.

Auch die Erscheinungen der Elektrodynamik lassen sich durch die angegebene Theorie erklären. Hankel nimmt dabei an, daß beim Durchgange eines elektrischen Stromes durch einen Metalldraht die in jedem Querschnitte des Drahtes liegenden Aethermoleküle unter Betheiligung der materiellen Moleküle des Metalles einen in gemeinsamer Rotation begriffenen Wirbel um die Achse des Drahtes bilden, und zwar

je nach der Richtung des Stromes in dem einen oder dem anderen Sinne. Die Wirkung, welche ein solcher Strom nach außen hin äußert, wird durch die Uebertragung der an seiner Oberfläche stattfindenden Bewegung an die benachbarten Aethermoleküle vermittelt und ist daher der Tangentialgeschwindigkeit, mit welcher die Moleküle an der Oberfläche schwingen proportional. Wir müssen es uns indessen versagen, an dieser Stelle weiter auszuführen, wie aus diesen Vorstellungen das Gesetz, nach welchem zwei Stromelemente sich anziehen oder abstoßen, abzuleiten ist.

Dagegen mag noch eine kurze Andeutung im Betreff der Induktionsströme hier folgen. Hankel denkt sich die Erregung eines Stromes in einem geschlossenen Leitungsdrahte auf folgende Weise.

Es seien zwei parallele, in mäßigem Abstande von einander befindliche Leiter gegeben. Tritt in den einen plötzlich ein Strom ein, so erfolgt die Ausbreitung seiner Schwingungen durch die successive Mittheilung an die auf einanderfolgenden Schichten des Aethers. Diese Schwingungen erreichen zuerst die zugewandte Seite des andern Leiters und erzeugen hier Schwingungen welche an dieser Stelle dieselbe Richtung haben, wie die im ersten Leiter, die also im Bezug auf die Achse des zweiten Drahtes entgegengesetzte Richtung besitzen wie die Schwingungen im ersten Leiter im Bezug auf dessen Achse. Wenn die Fortpflanzung dieser Schwingungen, die abgewendete Seite des zweiten Leiters erreicht, so werden dort Schwingungen von gleicher Rotationsrichtung wie im ersten Strome erzeugt und wenn ferner keine Aenderung in dem Strome im ersten Leiter eintritt, so heben sich die auf beiden Seiten des zweiten Leiters erzeugten Schwingungen auf. Es wird also nur in dem Momente, wo im ersten Leiter der Strom eintritt, ein entgegengesetzt gerichteter Strom im zweiten Leiter hervorgerufen. Wird dagegen der primitive Strom unterbrochen, so treffen die letzten von ihm ausgehenden Schwingungen den zweiten Leiter auf der abgewandten Seite und erzeugen dort einen Wirbel, der gleiche Rotationsrichtung hat, wie die Wirbel im ersten Strome. Da dieser Wirbel durch keinen gleichzeitig erregten von entgegengesetzter Richtung vernichtet wird, so muß man im

Augenblicke des Aufhörens des ersten Stromes einen gleichgerichteten Momentanstrom im zweiten Leiter wahrnehmen.

Von diesen theoretischen Erörterungen übergehend zur Besprechung praktischer Fortschritte, wenden wir uns zunächst zur Beschreibung einiger neuer Apparate, welche zur Erregung von Elektricität dienen. Unter diesen ist zuerst

die Elektrisirmaschine von W. Holtz

in Berlin zu erwähnen, welche Poggendorff am 24. März vorigen Jahres der Berliner Akademie vorgeführt hat.

Bekanntlich entwickeln die gewöhnlichen Elektrisirmaschinen nur geringe Mengen Elektricität und erfordern, wenn sie längere Zeit in Thätigkeit versetzt werden sollen, einen bedeutenden Kraftaufwand. Will man mit größeren Elektricitätsmengen experimentiren, so muß man die Maschine mit einem Ladungsapparate verbinden; allein dann erhält man wieder nur einzelne, durch längere Zwischenzeiten getrennte Entladungen, ist aber nicht im Stande, einen continuirlichen, längere Zeit andauernden Strom zu erzeugen. In allen Fällen, in denen man größere Elektricitätsmengen von bedeutender Spannung braucht, hat man daher in neuerer Zeit von dem elektrodynamischen Induktionsapparate Anwendung gemacht.

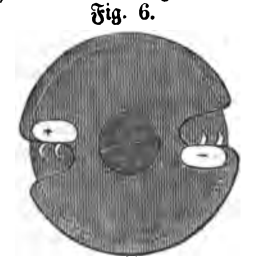
Die neue Elektrisirmaschine hat nun den Zweck, durch einen geringen Kraftaufwand und unter Umgehung mancher anderen Uebelstände der älteren Elektrisirmaschinen, eine größere Menge Elektricität zu liefern als die letzteren, wobei auch noch die Möglichkeit vorhanden ist, die Intensität der erhaltenen Elektricität bis auf einen gewissen Grad zu steigern. Die Idee, von welcher Holtz bei der Construktion seiner Maschine ausging, ist übrigens fast gleichzeitig und ganz selbstständig von Töpler in Riga zur Construktion eines „Influenz-Elektromotors“ angewandt worden. Es ist im Grunde dasselbe Princip, welches auch beim Elektrophor in Anwendung kommt. So wie hier eine Metallscheibe, die man abwechselnd auf den elektrischen Harzkuchen auffetzt und wieder abhebt, durch Vertheilung oder Influenz geladen und dann wieder entladen wird, so wird bei der neuen Elektrisirmaschine eine in rasche Rotation versetzte Glasscheibe äußerst

nahe und parallel zu einer mit einer geringen Ladung versehenen Condensatorscheibe in rascher Aufeinanderfolge geladen und entladen, so daß die gegenseitigen Wirkungen der auf beiden Scheiben durch Vertheilung angesammelten Electricitätsmengen einen längere Zeit hindurch andauernden Strom erzeugen, der bei passender Anordnung sowol die Wirkungen der Voltaischen Säule, als auch die der Ladungsapparate auszuüben vermag.

Die Einrichtung seiner Maschine beschreibt Holtz folgendermaßen.

Eine Stahlwelle von 9 Zoll Länge ist an ihren Endpunkten in horizontaler Lage unterstützt und mittels einer Schnur und einer größeren Holzscheibe, welche durch eine Kurbel gedreht wird, in schnelle Rotation zu versetzen. In der Mitte dieser Welle sitzt auf einem Ueberzuge aus Kammmasse, und durch eine Fassung aus derselben Masse genau senkrecht zu jener befestigt, eine runde Glasscheibe von 15 Zoll Durchmesser. Die Glasscheibe muß genau centrirt und aus sehr dünnem und geradem Spiegelglase gewählt werden. Eine andere ebenfalls runde, aber um 2 Zoll größere Scheibe, welche aus recht geradem Fensterglase bestehen kann, ist in der Mitte mit einer solchen Oeffnung versehen, daß es möglich ist, sie der ersten parallel in etwa 1/8 Zoll Entfernung zu befestigen. Letzteres wird durch vier horizontale Stäbe aus Kammmasse, welche den äußeren Glasrand in ziemlich gleichen Intervallen berühren und durch kleine an denselben verschiebbare Ringe bewirkt. Diese Scheibe ist noch mit zwei eigenthümlichen Ausschnitten und mit Papierbelegungen versehen, von denen die einen wie die andern genau um eine halbe Umdrehung von einander entfernt sind. Die Form der Ausschnitte ist aus beistehender Figur ersichtlich; ihre größte Breite und Tiefe beträgt 4 Zoll. Von derselben Länge, ohne indessen den Rand der rotirenden Scheibe zu überschreiten, sind die Belegungen, welche sich auf beide Seiten der Glasscheibe erstrecken. Die Breite des äußeren Theiles beträgt 2 Zoll,

Fig. 6.



GENERAL LIBRARY University of MICHIGAN

die des innern nur etwa die Hälfte. Von dem letztern ausgehend ragen zwei zugespitzte Stückchen Kartenpapier bis ungefähr in die Mitte der Ausschnitte hinein. Vor der rotirenden Scheibe parallel zur Welle und ebenfalls um eine halbe Umdrehung von einander entfernt, sind zwei Metallstangen als Conduktoren isolirt aufgestellt. An ihrem freien Ende sind dieselben mit Klemmschrauben, an dem andern, mit dem sie sich der Glasfläche nähern, mit radial laufenden Querstäben und die letzteren wieder mit einer größeren Anzahl feiner 1/2 Zoll langer Spitzen versehen, welche dem Glase möglichst nahe stehen, ohne dasselbe zu berühren.

Die Scheiben sind, um ihnen größere Isolationsfähigkeit zu geben, mit Schellackfirniß überzogen, der von Zeit zu Zeit erneuert werden muß.

Zur Erregung der Elektricität benutzt Holtz eine dünne Platte aus Hartkautschuk von 4 Zoll Breite und etwa doppelter Länge, welche nach gehöriger Reinigung ihrer Oberflächen auf einer oder auch auf beiden Seiten mit Pelzwerk gerieben wird. Die elektrische Fläche nähere man nun einer der Belegungen, während die Scheibe wie der Zeiger einer Uhr rotirt, und die Conduktoren mit einander oder mit der Erde in leitender Verbindung stehen. Beide Belegungen nehmen dann sofort entgegengesetzte elektrische Ladungen an, deren Dichtigkeit schnell unter knisterndem Geräusch wächst, bis schon nach wenigen Sekunden ein bestimmter constanter Maximalwerth eintritt. Innerhalb dieser Zeit bildet sich im Schließungsbogen ein constanter elektrischer Strom, aus Ladungs- und Entladungsströmen bestehend, mit dem man beliebig experimentiren kann. Bei kurzer Unterbrechung der Thätigkeit der Maschine wird dieselbe durch Rotation allein wieder wirksam, wenn der Apparat den gehörigen Insolationszustand beibehält; überhaupt reicht eine nur äußerst geringe primitive Erregung hin, um durch Rotation eine größere Wirkung zu erzeugen.

Die quantitativen Leistungen werden bei gleichbleibender Rotationsgeschwindigkeit erhöht, wenn man vier Conduktoren anbringt, die um je 90° von einander entfernt sind und denen ebensoviele Ausschnitte und Belegungen entsprechen.

Von den in der neueren Zeit vorgeschlagenen und ausgeführten

neuen galvanischen Elementen

sind zunächst die Zink-Eisenelemente von F. Dellmann in Kreuznach zu erwähnen, die allerdings nicht mehr ganz neu sind. Jedes solche Element besteht aus einem cylinderförmigen Becher aus Gußeisen, in welchen eine cylinderförmig gebogene Zinkplatte eingestellt ist. Auf den Zinkcylinder ist ein kleiner Messingcylinder aufgelöthet, der eine Durchbohrung zur Aufnahme des Poldrahtes hat, welchen man durch eine Klemmschraube befestigt. Der Zinkcylinder wird von dem äußeren, gußeisernen Cylinder noch etwas überragt. An diesem wird der Poldraht, welcher etwas platt geklopft ist, mittels einer Klemmschraube befestigt; die Stelle wo man den Draht auflegt, muß man vor jedem Versuche sorgfältig mit der Feile reinigen.

Beim Gebrauche wird der Zinkcylinder frisch amalgamirt, dann mit einem Stück geleimten oder ungeleimten Papier umwickelt, welches man oben und unten etwas einwärts schlägt und in den Eisenbecher gestellt. Das Papier hat nur den Zweck, die direkte Berührung von Zink und Eisen zu verhüten; man kann statt dessen auch eine passende Glastafel auf den Boden des Eisenbechers legen und darauf den Zinkcylinder stellen. Der Becher wird mit verdünnter Schwefelsäure — ein Theil concentrirter Schwefelsäure auf sechs Theile Wasser — gefüllt; statt dessen kann man auch Salzsäure anwenden, welche in demselben Verhältnisse verdünnt ist, dieselbe erzeugt sogar einen noch stärkeren Strom.

Eine aus solchen Elementen gebildete Batterie giebt einen sehr kräftigen Strom. Dellmann verglich z. B. die Wirkung eines einzelnen Zinkeisenelementes, dessen Eisencylinder 120 Millimeter Höhe und 80 Millimeter inneren Durchmesser hatte und dessen Zinkplatte 101 Millimeter breit und 194 Millimeter lang war, mit der eines Grove'schen Elementes, bei welchem das Platin 90 Millimeter lang, das Zink aber 88 Millimeter breit und 178 Millimeter lang war. Das Grove'sche Element gab an einer Weber'schen Tangentenboussole anfangs einen Ausschlag von 63°, nach einer guten Stunde von 62°;

bei dem Zinkeisenelemente dagegen betrug der Ausschlag an derselben Boussole im Anfange 58°, nach einer guten Stunde aber 61°. Die Stärke des Stromes ist bei den Dellmann'schen Elementen hauptsächlich deshalb so bedeutend, weil der Widerstand im Innern des Elementes beim Wegfalle eines Thoncylinders nur gering ist.

Ferner sind die Dellmann'schen Elemente sehr billig. Die Wände des Eisenbechers brauchen nur einige Millimeter stark zu sein und halten doch lange Zeit. Beim Gebrauche entwickeln auch diese Elemente keine lästigen Dämpfe, wie die Grove'schen und Bunsen'schen; das Wasserstoffgas, welches bei der Entwickelung des Stromes abgeschieden wird, macht sich selbst nach längerer Zeit nicht zu sehr bemerklich. Dabei ist die ganze Handhabung der Zinkeisenelemente äußerst bequem; da weder Glas- noch Thongefäße vorkommen, so wird nichts zerbrochen. Nach dem Gebrauche hat man keine umständliche Reinigung vorzunehmen, wie bei den Thonzellen und den Kohlencylindern anderer Elemente: man hat überhaupt Nichts zu reinigen als die Stelle des Eisencylinders, wo der Poldraht aufgelegt wird.

Die Kohlenzink-Elemente von Emil Duchemin in Paris unterscheiden sich von den Bunsen'schen Elementen nur durch die Erregungsflüssigkeiten, welche in Anwendung kommen. Anstatt der Salpetersäure bedient sich nämlich Duchemin einer Auflösung von Eisenchlorid in Wasser von einer Concentration von 20 Grad Baumé. Diese Flüssigkeit die schon vor einiger Zeit von H. Schwarz vorgeschlagen worden ist, ist sehr billig zu beschaffen und kann, wenn sich ein zu reichlicher Niederschlag basischen Satzes gebildet hat, leicht wieder regenerirt werden, indem man die Flüssigkeit bis zum Kochen erwärmt und einige Tropfen Salpetersäure bis zum Verschwinden des Niederschlages zusetzt. Zur Erregung des Zinkes wandte Duchemin anfangs eine angesäuerte Kochsalzlösung an, die er aber später durch eine kräftiger wirkende Lösung von chlorsaurem Kali ersetzt hat.

Der wesentlichste Vorzug, den ein solches Element vor einem Bunsen'schen hat, besteht in der Abwesenheit der äußerst lästigen Dämpfe von salpetriger Säure. Die elektromotorische Kraft selbst ist bei dem Bunsen'schen Elemente, Versuchen

von Dumoncel zu Folge, noch etwas größer, als bei dem Duchemin'schen. Ein Nachtheil des letzteren besteht in dem bedeutenden inneren Widerstande, welcher etwa 6 mal so groß ist, als in dem Bunsen'schen. In Frankreich sind Versuche angestellt worden, diese Kette zum Betrieb der Telegraphen zu verwenden, über deren Ergebniß indessen etwas Genaueres zur Zeit noch nicht bekannt ist.

Eine Eisenchloridlösung wird auch bei der von Arthur Reynolds vorgeschlagenen Kette in Anwendung gebracht, welche von ihrem Erfinder vorzugsweise zur Abscheidung des metallischen Magnesiums aus dem Meerwasser bestimmt worden ist. Jedes Element besteht aus einem Becher von Gaskohle, der mit der Erregungsflüssigkeit gefüllt wird, und in welchen man statt eines Zinkcylinders Eisenstäbe einsetzt.

Bei dieser Gelegenheit wollen wir noch die Vorschrift mittheilen, welche G. Osann in Würzburg zur Reinigung der Kohlencylinder gegeben hat. Dieselben werden nach dem Reinigen zunächst in Wasser gebracht und damit ausgekocht, um die Menge von Säure und Salz, welche in den Poren der Kohle enthalten ist, zu entfernen. Man gießt das Wasser ab und gießt neues hinzu, welches man wieder zum Kochen bringt. Dann setzt man kohlensaures Natron zu, wodurch ein größtentheils aus Zinkoxyd bestehender Niederschlag sich bildet; man setzt noch mehr kohlensaures Natron zu bis die Flüssigkeit deutlich alkalisch reagirt. Fängt dieselbe an sich bräunlich zu färben, so hört man mit Kochen auf, läßt mehrere Stunden lang stehen und erkalten und gießt dann die Flüssigkeit ab. Dann gießt man nochmals Wasser auf die Kohlencylinder, erhitzt es zum Sieden, läßt dann erkalten und gießt es ab. Die Kohle wird nun getrocknet; je sorgfältiger dieß geschieht, desto besser wirkt sie. Durch diese Behandlung sollen die Kohlencylinder nicht blos wieder in ihren frühern Zustand zurückversetzt, sondern sogar poröser und in Folge dessen stärker wirkend werden.

Statt der Salpetersäure wendet Adalbert von Waltenhofen zur Erregung der Kohle in den Bunsen'schen Elementen ein Gemenge von einem Raumtheile käuflicher Salpetersäure mit zwei Raumtheilen Nordhäuser Schwefelsäure an. Bei der Anfertigung der Flüssigkeit stellt man das Gefäß mit der

Salpetersäure in kaltes Wasser und gießt die Schwefelsäure nach und nach in kleinen Portionen hinzu. Englische Schwefelsäure giebt nicht dieselbe Wirkung wie nordhäuser.

Die Waltenhofen'sche Flüssigkeit giebt einen bedeutend kräftigeren Strom als reine Salpetersäure.

Dering hat zur Erregung des Platins statt der Salpetersäure eine Flüssigkeit vorgeschlagen, die man erhält, wenn man zu käuflicher Salzsäure so lange Kali- oder Natronsalpeter zusetzt, bis nach 24 Stunden sich nichts mehr auflöst. Diese Flüssigkeit ist billiger als Salpetersäure, sie giebt aber nach Waltenhofens Untersuchungen einen weniger constanten Strom als Salpetersäure und entwickelt sehr lästige Chlordämpfe. Die Wirkung ist indessen kräftiger als bei der aus 3 chromsauren Kali, 4 Schwefelsäure und 18 Wasser bestehenden Flüssigkeit, welche mehrfach zur Erregung der Kohle in Bunsen'schen Elementen in Vorschlag gebracht wurde. Diese giebt nämlich einen bedeutenden innern Widerstand und verursacht störende Ablagerungen.

Einen sehr lange andauernden constanten Strom sollen die von P. Prud'homme in Paris construirten Elemente geben. Ein solches Element besteht aus einer Glasbüchse, in deren Stöpsel eine Platte von Gascokes und ein Zinkcylinder, gehörig von einander isolirt, befestigt sind. Als Erregungsflüssigkeit dient eine verdünnte Auflösung von saurem schwefelsauren Quecksilberoxyd. Kleinere Elemente, welche 35 Grammes Quecksilbersalz enthalten, sollen einen Strom geben, der 5 bis 6 Monate anhält, während bei den größeren, mit 100 Grammes Salz versehenen, die Dauer ein Jahr betragen soll. Diese Elemente sind übrigens nichts weiter als Vereinfachungen der schon früher in Frankreich vielfach angewandten, gleichfalls sehr lang andauernde Ströme liefernden Quecksilberelemente von Marié-Davy. Der einzige Unterschied besteht darin, daß bei den letzteren das Zink in reinem Wasser und die Kohle in der Lösung des Quecksilbersalzes steht.

Das Magnesium, welches in den letzten Jahren soviel von sich reden gemacht hat, scheint auch zur Herstellung voltaischer Ketten mit Nutzen verwendbar zu sein. Es hat wenigstens Bultinck in Ostende berichtet, daß es ihm ge-

lungen sei, eine kleine Magnesiumsilber-Kette von 20 Elementen zu construiren, welche in ganz befriedigender Weise physikalische, chemische und physiologische Wirkungen äußerte. Bultinck verwendete zur Construktion Drähte von je 35 Millimeter Länge; die beiden Drähte eines Elementes waren durch Kautschukstreifen von einander getrennt, im Ganzen war die Anordnung die der bekannten Pulvermacher'schen Ketten. Während aber bei diesen als Erregungsflüssigkeit angesäuertes Wasser in Anwendung kommt, wurde bei der Magnesiumsilber-Kette reines Regenwasser benutzt.

Ein vorläufiger Versuch den Bultinck anstellte, scheint sehr zu Gunsten der Combination Magnesium-Silber zu sprechen. Der genannte Experimentator nahm einen Zink- und einen Kupferdraht und verband dieselben durch Eintauchen in destillirtes Wasser zu einer Kette. Die Nadel eines in die Kette eingeschalteten Galvanometers gab einen Ausschlag von 30°, war aber nach 5 Minuten auf 10° zurückgegangen.

Als derselbe Versuch mit einem Magnesium- und einem Silberdraht wiederholt wurde, ergab sich ein Ausschlag von 90°, der nach 5 Minuten auf 28° herabgegangen war.

Es stehen diese Ergebnisse auch ganz im Einklange mit der folgenden Spannungsreihe, welche W. Hankel schon vor einigen Jahren in den Berichten der Sächsischen Gesellschaft der Wissenschaften mitgetheilt hat. Die beigefügten Zahlen geben die elektrischen Differenzen der einzelnen Metalle an und verstehen sich für polirte Oberflächen.

Aluminium	220	Wismuth	130	Kupfer	100
Zink	200	Neusilber	125	Gold	90
Kadmium	181	Messing	122	Palladium	85
Thallium	?	Quecksilber	119	Silber	82
Blei	156	Eisen	116	Cokes	78
Zinn	149	Stahl } Gußeisen }	116—108	Platin	77
Antimon	131				

An die Besprechung der galvanischen Elemente reiht sich die der

Polarisationsbatterie von Julius Thomsen.

Verbindet man die beiden Platinplatten eines gewöhnlichen Wasserzersetzungsapparates mit den Polen einer gal-

vanischen Kette, so bedecken sich diese Platten mit einer Gasschicht, auf der negativen Polplatte lagert sich nämlich Wasserstoff, auf der positiven Sauerstoff ab. Die Folge hiervon ist, daß die negative Polplatte elektropositiv, die positive dagegen elektronegativ wird. Unterbricht man nun die Verbindung mit den Polen der galvanischen Säule und stellt dafür eine leitende Verbindung zwischen beiden Platten her, so erhält man einen, allerdings nur kurze Zeit andauernden Strom, dessen Richtung entgegengesetzt der des ursprünglichen Stromes ist.

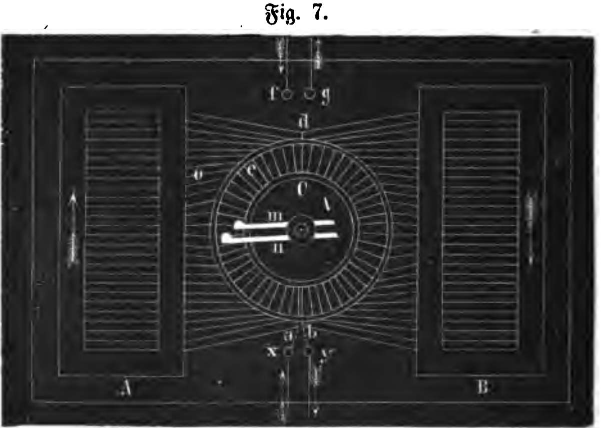
Diese Bedeckung der beiden Polplatten mit Gasschichten und die daraus folgende Erregung eines secundären Stromes bezeichnet man bekanntlich mit dem Namen der galvanischen Polarisation. Derselbe Vorgang findet auch in den Zellen der galvanischen Elemente statt, auch hier wird Wasser zersetzt und es scheidet sich am elektronegativen Metalle Wasserstoff, am elektropositiven dagegen Sauerstoff ab. Hierdurch wird ein dem ursprünglichen entgegengesetzter Strom erzeugt, welcher jenen schwächt, und dies ist der Grund, warum bei den älteren galvanischen Säulen, auch wenn sie Anfangs einen äußerst kräftigen Strom geben, die Stärke des Stromes doch sehr rasch abnimmt. Es besteht die Haupteigenthümlichkeit der neueren, constanten Ketten eben darin, daß die Ablagerung von Gasschichten auf den beiden Metallen verhindert wird.

Man hat auch schon lange versucht, den secundären, durch Polarisation erzeugten Strom für sich zu benutzen. Das Princip, nach welchem dieses geschieht, ist einfach folgendes. Hat man eine Reihe von Zellen mit angesäuertem Wasser, und in jeder derselben zwei Platinplatten, die wir mit a und b bezeichnen wollen, so handelt es sich zunächst darum, diese Platten mit Schichten von Sauerstoff und Wasserstoff zu bekleiden. Zu dem Ende hat man zuerst die Platte a des ersten Elementes mit dem positiven und die Platte b mit dem negativen Pole eines galvanischen Elementes, welches hinreichend stark ist eine Zersetzung des Wassers in der Zelle zu bewirken, in leitende Verbindung zu bringen. Haben sich beide Polplatten, die erste mit einer Schicht von Sauerstoff, die zweite mit einer Schicht von Wasserstoff überkleidet, so

verfährt man ebenso mit den Platinplatten der zweiten, dritten, vierten Zelle und sofort. Sind alle Platten mit Gasschichten bedeckt, so ist die Säule geladen und man bringt nun die Platte b jeder Zelle mit der Platte a der nächstfolgenden in leitende Verbindung, die Platte a der ersten und die Platte b der letzten Zelle desgleichen, und erhält so den secundären Strom.

Nächste Aufgabe scheint nun die zu sein, Ladung und Entladung rasch hinter einander zu bewirken, damit die rasche Folge kurz dauernder secundärer Ströme eine ähnliche Wirkung äußern kann, wie ein continuirlicher Strom. Dieses hat früher Poggendorff durch einen von ihm construirten Apparat, die sogenannte „Wippe“ zu leisten versucht; die nachstehend beschriebene Thomsen'sche Polarisationsbatterie bezweckt dagegen die Erzeugung eines continuirlichen Stromes.

Fig. 7.



Dieser Apparat besteht aus zwei mit Wachs ausgelegten oben offenen Holzkästen A und B, welche durch eingesetzte Platinplatten in eine große Anzahl paralleler Zellen eingetheilt sind. Bei dem in unserer Figur skizzirten Apparate welcher als Linienbatterie für die Telegraphenstation in Kopenhagen bestimmt wurde, hat jeder Kasten 125 Millimeter Länge, 40 Millimeter Breite und 80 Millimeter Tiefe und

ist durch 26 Platinplatten, die in je 5 Millimeter Entfernung stehen, in 25 wasserdichte Zellen abgetheilt. Diese Zellen werden mit reiner verdünnter Schwefelsäure bis 5 Millimeter vom Rande gefüllt. Die Platinplatten selbst sind, um ihre Ladungsfähigkeit zu erhöhen, mit Platinmoor überzogen; sie haben bei einer Gesammtoberfläche von 0,32 Quadratmeter nur eine Dicke von $^1/_{20}$ Millimeter, was hinreichend ist, da sie fest in den Kästen sitzen und keinerlei Druck oder Stoß auszuhalten haben. Das Totalgewicht des Platins für eine Batterie von 50 Zellen beträcht blos 180 Grammes.

Da es schwierig ist, solche Platinplatten in einen aus einem einzigen Stück bestehenden Kasten einzusetzen, so hat Thomsen Wände und Boden jedes Kastens aus soviel Stücken der Länge nach zusammengesetzt, als der Kasten Zellen bekommen soll, und die Endplatten mit diesen Stücken durch ein Paar durch die ganze Länge des Kastens durchgehende Bolzen verbunden. Des besseren Schlusses wegen werden die Platinplatten breiter als die hölzernen Zwischenstücke gemacht und ragen daher auf beiden Seiten derselben heraus.

Zur Ladung der Säule dient folgender Apparat. An einem flachen, aus einer isolirenden Masse gebildeten Ringe C sind ebenso viele kurze Metallstifte e angebracht, als die Batterie Zellen enthält. Diese Metallstifte sind 15 Millimeter lang, 1,5 bis 2 Millimeter dick und in gleichen Abständen radial aufgestellt. Jeder Stift ist mit einer Platinplatte in den beiden Kästen durch einen dünnen Silber- oder Kupferdraht o verbunden, zu welchem Zwecke das eine Ende des letzteren an den Stift, das andere an die Platinplatte angelöthet ist. Die letztere Löthstelle kommt nicht mit der in dem Kasten befindlichen Säure in Berührung.

Der eine Stift, d steht indessen nicht mit einer einzigen Platinplatte, sondern mit zwei Endplatten der beiden Kästen A und B in leitender Verbindung und der diametral gegenüberliegende Stift ist in zwei von einander isolirte Theile, also in zwei Stifte gespalten, von denen a mit einer Endplatte in A, b mit einer Endplatte in B verbunden ist. Mit diesen Stiften a und b stehen auch die hölzernen Klammern x und y in Verbindung, welche die Pole der Batterie bilden.

Durch die Mitte des Ringes geht eine vertikale Achse welche zwei von einander isolirte Arme m und n trägt, die mit den Klammern f und g in leitender Verbindung stehen. An diesen Klammern aber sind die Leitungsdrähte eines galvanischen Elementes angebracht und die beiden Arme m und n repräsentiren also die Pole dieses Elementes. Jeder dieser Arme ist nun mit einer Metallfeder versehen und die Einrichtung derart getroffen, daß, wenn die Feder des einen Armes den einen Stift e berührt, die des andern mit dem benachbarten Stifte in Contakt ist. Der elektrische Strom geht dann durch die Zelle, welche von den beiden Platinplatten begrenzt wird, die mit den zwei Stiften e in leitender Verbindung stehen. In dieser Zelle geht nun eine Zersetzung des Wassers von statten und in Folge dessen wird die eine Platte mit einer Sauerstoff=, die andere mit einer Wasserstoffschicht bedeckt. Ist m der positive, n' der negative Pol und denken wir uns in die Mitte des Ringes C gestellt, so wird Sauerstoff an der rechts liegenden, Wasserstoff an der links liegenden Platte abgeschieden. Wird die Achse mit beiden Armen in der Richtung von rechts nach links weiter gedreht, so geht derselbe Proceß in der nächsten Zelle von statten und wenn die Achse eine volle Umdrehung gemacht hat, so ist die Batterie vollständig geladen, jede Platte ist dann auf ihrer rechten Seite mit Wasserstoff, auf der linken mit Sauerstoff bedeckt, die erste Platte in A ist mit Wasserstoff, die letzte in B mit Sauerstoff bekleidet, und da die leitende Verbindung zwischen den einzelnen Zellen schon von selbst besteht, weil jede Platinplatte zwei Zellen zugleich angehört, so bildet sich ein Entladungsstrom, der in der durch die Pfeile angegebenen Richtung geht.

Soll die Batterie arbeiten, so muß die Achse in gleichmäßiger, langsamer Drehung — etwa 20 bis 30 Umdrehungen in der Minute — erhalten werden, damit die Ladung in den einzelnen Zellen in gehöriger Regelmäßigkeit von statten gehe. Diese Rotation hat Thomsen durch eine kleine elektromagnetische Maschine bewirkt, deren Construktion manches Eigenthümliche zeigt. Dieselbe kann sich nur langsam bewegen und ihre Bewegung bleibt selbst dann noch gleichmäßig, wenn ihre Achse, welche mit der Achse, an welcher

die Arme m und n sitzen, zusammenfällt, nur zehn Umdrehungen in der Minute macht. Natürlicherweise kann die Drehung auch auf andere Art, z. B. durch ein Uhrwerk, hervorgebracht werden.

Der von dieser Batterie erzeugte Strom ist continuirlich und zugleich constant, weil die Summe der Ladungsgrößen in allen Zellen zu jeder Zeit dieselbe ist, und auch die elektromotorische Kraft immer dieselbe bleibt.

Der Strom bringt starke physiologische Wirkungen hervor und ist wegen seiner hohen Spannung sehr geeignet, chemische Zersetzungen in Flüssigkeiten hervorzurufen, die nur ein geringes Leitungsvermögen für Elektricität haben; endlich kann er auch Glüh- und Schmelzphänomene hervorbringen, indem er z. B. dünne Eisendrähte von mehreren Centimetern Länge plötzlich schmilzt.

Ein Hauptvorzug dieser Batterie vor den galvanischen Batterien besteht darin, daß man hier nur ein einziges galvanisches Element nöthig hat und damit beliebig große Wirkungen erzielen kann, wenn man nur hinlänglich viele Platinplatten anwendet. Dadurch werden die Betriebskosten auf ein Minimum reducirt, da nur das ladende Element zu unterhalten ist, die Batterie selbst aber nichts verbraucht. Natürlich ist auch bei dieser Batterie, wie bei den anderen, die erzeugte Kraft proportional der Quantität des verbrauchten Zinkes, es scheint also eine Ersparniß an Zink insofern nicht möglich. Aber die Erfahrung zeigt, daß bei den gewöhnlichen galvanischen Batterien ein großer, oft der größte Theil des Zinkes durch Nebenwirkungen aufgelöst wird, die hier in Wegfall kommen. Dazu kommt noch, daß sich ein einziges Element leichter überwachen läßt, als die zahlreichen Elemente einer größeren Batterie.

Ein weiterer Vorzug ist die geringe Größe dieser Batterie, die es möglich macht sie überall bequem aufzustellen. Unsere Figur zeigt in $^1/_4$ der natürlichen Größe eine Batterie, die dieselbe Wirkung äußert wie 70 Daniell'sche Elemente von gleicher Oberfläche.

Die Elektro-Induktionsapparate liefern zwar auch mittels eines Stromes von niedriger Spannung Ströme von

hoher Spannung; allein der inducirte Strom ist nicht continuirlich und verändert außerdem fortwährend seine Richtung.

Auch mittels Thermoelektricität ist es in neuerer Zeit gelungen, sehr kräftige Ströme zu erzeugen. Von

neuen Thermosäulen

ist vor allen Dingen die Thermosäule von S. Marcus in Wien zu nennen.

Die von T. J. Seebeck entdeckten sogenannten thermoelektrischen Ströme entstehen bekanntlich, wenn man zwei Metalle, etwa ein Antimon- und ein Wismuthstäbchen, an einander löthet, die freien Enden in leitende Verbindung setzt und nun die Löthstellen erwärmt. Benutzt man irgend zwei von den Metallen

Antimon,	Zinn,
Arsenik,	Silber,
Eisen,	Kobalt,
Zink,	Palladium,
Gold,	Platin,
Kupfer,	Nickel,
Messing,	Quecksilber,
Blei,	Wismuth,

zu diesem Versuche, so geht der Strom, wenn man die Löthstelle erwärmt, hier immer von dem in der Reihe tiefer stehenden Elemente zu dem höher stehenden. Die Stärke des Stromes hängt nun einestheils davon ab, um wieviel die Temperatur der Löthstelle höher ist, als die der übrigen Stellen der beiden Metalle, und dann von dem Abstande der beiden Metalle in der oben verzeichneten Spannungsreihe. In letzterer Hinsicht erscheinen also, wenn man sich auf die oben genannten Körper beschränkt, Antimon und Wismuth als die vortheilhaftesten.

Von den thermoelektrischen Säulen wurde bisher am häufigsten die Nobili'sche angewandt, aber nicht zur Erzeugung von kräftigen Strömen, sondern vielmehr zur Wahrnehmung ganz geringer Temperaturdifferenzen. Eine solche Säule besteht aus 25 bis 30 dünnen, etwa 4 — 5 Centimeter langen Stäbchen aus Antimon und Wismuth, die auf die beistehend angedeutete Weise paarweise zusammengelöthet

sind. Die hellen Streifen in der Figur bedeuten Wismuth, die dunklen Antimon. Das Ganze bildet ein compaktes festes Bündel, indem die Zwischenräume zwischen den einzelnen Stäbchen mit einer nichtleitenden Substanz, gewöhnlich Gyps, ausgefüllt sind. Die beiden an den Enden befindlichen Stäbchen, das eine ein Wismuth-, das andere ein Antimonstäbchen, bilden die Pole der Säule. Bei dieser Anordnung liegen die paarigen Löthstellen auf der einen, die unpaarigen auf der andern Seite. Fallen nun auf die eine Seite, welche zu diesem Zwecke geschwärzt ist, die Strahlen einer schwachen Wärmequelle, und bringt man die Pole der Säule mit einem Multiplikator mit wenigen Windungen aber starkem Drahte, einem sogenannten Thermomultiplikator, in Verbindung, so giebt die Nadel desselben selbst bei ganz geringer Erwärmung immer noch einen merklichen Ausschlag.

Fig. 8.

Es ist nun auch möglich Apparate ganz nach demselben Principe und mit wesentlich derselben Einrichtung, nur in größerem Maßstabe zu construiren, welche sehr kräftige Ströme liefern. Hierzu ist aber außerdem noch eine größere Temperaturdifferenz nöthig und um diese zu erreichen erwärmt man dann die eine Fläche, etwa die der paarigen Löthstellen, während man die andere abkühlt. Zu dem Zwecke stellt man die Stäbe vertikal und taucht die unteren Löthstellen in Schnee oder eine Kältemischung, während man die oberen Löthstellen beispielsweise den Strahlen einer glühenden Eisenplatte aussetzt. Statt Antimon und Wismuth hat man zu solchen größeren Thermosäulen auch Eisen und Platin, oder Eisen und Neusilber angewandt; Marcus hat nicht einfache Metalle, sondern Legirungen verwendet.

Bei der Auswahl dieser Legirungen waren folgende Gesichtspunkte für ihn maßgebend:

Es sind zunächst Thermoelemente zu benutzen, die in der thermoelektrischen Reihe möglichst weit von einander liegen;

Dieselben müssen große Temperaturdifferenzen zulassen, und zwar ohne daß es einer Abkühlung durch Eis bedarf, was nur möglich ist, wenn der Schmelzpunkt der Stäbe

möglichst hoch liegt, so daß man sie durch Flammen erwärmen kann;

das Material der Stäbe darf nicht zu kostspielig und dieselben müssen leicht herstellbar sein;

endlich muß auch der zur Verwendung kommende Isolator hohen Temperaturen widerstehen und genügende Festigkeit und Elasticität besitzen.

Da unter den einfachen Metallen keine vorhanden waren, welche diesen Bedingungen entsprachen, so benutzte Marcus den Umstand, daß Metalllegirungen in der thermolektrischen Reihe nicht zwischen ihren Bestandtheilen stehen, wie z. B. Messing nicht zwischen Kupfer und Zink steht. Durch zahlreiche Versuche ist nun Marcus auf mehrere geeignete Legirungen gekommen. Vorzüglich brauchbar fand er folgende zwei Legirungen:

als positives Metall
10 Gewichtstheile Kupfer,
6 „ Zink,
6 „ Nickel,

ein Zusatz von 1 Theil Kobalt erhöht noch die elektromotorische Kraft;

als negatives Metall
12 Gewichtstheile Antimon,
5 „ Zink,
1 „ Wismuth.

Durch öfteres Umschmelzen dieser Legirung wird ihre elektromotorische Kraft noch erhöht, wahrscheinlich — wie Wheatstone vermuthet — weil dadurch ihre krystallinische Struktur mehr und mehr vernichtet wird.

Der Schmelzpunkt des elektropositiven Metalles liegt bei 1200° Celsius, der des negativen bei 600°. Außer diesen Legirungen eignen sich nach Marcus' Angaben auch noch die folgenden gut:

als positives Metall
Argentan, unter dem Namen „Alpacca„ aus der Triestinghofer Metallwaaren Fabrik, und dazu
als negatives Metall das vorige;
oder als positives Metall

65 Gewichtstheile Kupfer,
31 „ Zink,
und als negatives
12 Gewichtstheile Antimon,
5 „ Zink.

Die einzelnen Stäbe werden nicht an einander gelöthet, sondern durch Schrauben verbunden. Bei einer der Wiener Akademie der Wissenschaften vorgezeigten Thermosäule war ein positivelektrischer Metallstab 7 Zoll lang, 7 Linien breit und $^1/_2$ Linie dick, ein negativer aber 6 Zoll lang, 7 Linien breit und 6 Linien dick. 32 Elemente waren in der Weise verschraubt, daß alle positiven Stäbe auf der einen, alle negativen auf der andern lagen und daß das Ganze die Form eines Gitters hatte. Zwei solche Gitterwände waren dachförmig an einander geschraubt und durch eine Eisenstange verstärkt. Als Isolator zwischen der Eisenstange und den einzelnen Elementen ward Glimmer benutzt. Die unteren Contaktseiten der Elemente standen in einem mit Kühlwasser gefüllten Gefäße. Die sämmtlichen Elemente waren, namentlich soweit sie in das Kühlwasser tauchten, mit Wasserglas bestrichen.

Die Länge der ganzen Säule betrug 2 Fuß, die Breite 6 Zoll und die Höhe 6 Zoll. Die Erwärmung geschah bei dieser Säule durch Gasflammen, sie kann aber auch durch Holzkohlen, die in einem eigens construirten Ofen gebrannt werden, erfolgen. Es wird übrigens nur das positive Metall direkt erwärmt, wodurch es möglich wird, Temperaturen noch über 600° in Anwendung zu bringen.

Einen interessanten Beleg für die bei diesem Apparate stattfindende Umwandlung der Wärme in Elektricität bietet die Erfahrung, daß das Kühlwasser sich nur langsam erwärmt, wenn die Kette geschlossen bleibt, während die Temperatur desselben ziemlich rasch steigt, wenn diese Kette geöffnet wird.

Eine von Marcus construirte Kette von 768 Elementen, welche mittels eines eigens dazu eingerichteten Ofens erwärmt wurde, wirkte ebenso wie eine Bunsen'sche Zinkkohlenkette von 30 Elementen und consumirte per Tag 240 Pfund Kohle.

Bis vor kurzem stand in der thermoelektrischen Spann=

ungsreihe Wismuth am positiven und eine Legirung von 2 Theilen Antimon und einem Theile Zinn am negativen Ende. Es hat nun R. Bunsen die wichtige Entdeckung gemacht, daß Pyrolusit (Manganüberoxyd = MnO^2) noch positiver als Wismuth ist, und daß natürlicher Kupferkies noch weit über dem Pyrolusit steht. Combinirt man Kupferkies mit der erwähnten Legierung von Antimon und Zinn, oder besser noch, um höhere Temperaturdifferenzen anwenden zu können, mit Kupfer zu einem thermoelektrischen Paar, so erhält man unter sonst gleichen Umständen bei weitem stärkere Ströme als durch eine der bisher gebräuchlichen Thermoketten.

Bunsen bediente sich zu seinen Versuchen einer Platte aus Kupferkies von 70 Millimeter Länge, 10 Millimeter Breite und 7 Millimeter Dicke, in welche in einer gegenseitigen Entfernung von 25 Millimeter zwei etwas konische, auf das Sorgfältigste eingeschliffene platinplatirte Kupferzapfen von 9 Millimeter mittlerem Durchmesser eingesteckt waren, von denen der obere mit einen Kupferfortsatze endigte. Dieser Fortsatz wurde mit einer Spirituslampe erwärmt, der untere Theil der Kupferkiesplatte mit dem darin befindlichen Kupferzapfen wurde dagegen in Wasser abgekühlt.

Die Erhitzung wurde bei den Versuchen noch über die Temperatur des schmelzenden Zinns gesteigert; die Erwärmung des Kühlwassers stieg dabei bis 60° Celsius und erhielt sich constant auf dieser Temperatur. Höher mochte Bunsen nicht gehen, weil wegen der geringeren Ausdehnung des Kupferkieses im Vergleich zum Kupfer ein Zersprengen des Apparates zu befürchten war. Um dieser Gefahr überhoben zu sein, braucht man übrigens blos den Kupferzapfen mittels eines längs seiner Achse gehenden Sägenschnittes federnd zu machen. Indessen schon bei der angewandten Erhitzung zeigte diese kleine Kette eine zehnmal so große Wirkung als ein Wismuth-Antimon-Element von gleichem wesentlichen Widerstand bei einer Erwärmung von 0° auf 100°. Zehn solche Paare, zu einer Kette verbunden, geben alle Wirkungen eines Daniell'schen Bechers von 14 Quadratcentimeter wirksamer Kupferoberfläche.

Pyrolusit mit Platin combinirt giebt eine Kette, deren elektromotorische Kraft leicht bis auf $^1/_{10}$ des beschriebenen

Daniell'schen Elementes gesteigert werden kann, ohne daß man wegen zu starker Erhitzung eine Zersetzung des Minerals zu befürchten hat. Bunsen umwickelte einen kleinen, 6 Millimeter im Durchmesser haltenden, 50 Millimeter langen Cylinder einer verworren faserigen Pyrolusitvarietät oben und unten fest mit Platindraht, brachte die obere Umwickelung in einer Hülle von Glimmer direkt in die eine Gasflamme und stellte die untere Umwickelung in Wasser. Die elektromotorische Kraft ergab sich gleich $\frac{1}{9,8}$ eines Daniell'schen Elementes, der Leitungswiderstand aber war 18,4 Mal größer als bei diesem.

Bemerkenswerth ist der Einfluß, den die Struktur des Kupferkieses auf die Stromerregung ausübt. Der natürliche Kupferkies läßt sich in starker Glühhitze ohne merkliche Zersetzung schmelzen und in beliebige Formen gießen. Bunsen hat aber gefunden, daß der geschmolzene Kupferkies weit weniger positiv ist, als das Wismuth. Man ist daher bei Anfertigung von Thermosäulen auf das natürliche Fossil angewiesen, welches sich übrigens leicht bearbeiten läßt.

Stefan in Wien hat ferner beobachtet, daß blättriger Kupferkies mit Kupfer combinirt eine weit geringere Wirkung giebt, als feinkörniger. Während derselbe 26 Paare, aus blättrigem Kupferkies und Kupfer bestehend, brauchte, um die Wirkung eines Daniell'schen Elementes zu erhalten, waren bei Anwendung feinkörnigen Kupferkieses nur 9 nöthig. Durch diese Verschiedenheit wurde Stefan auf den Versuch geführt, ein Paar aus feinkörnigem und blättrigem Kupferkies zusammenzustellen; er fand, daß 14 solche Paare mit einem Daniell'schen Elemente gleichwirkend sind.

Noch auffälliger als beim Kupferkies zeigt sich der Einfluß der Struktur beim Kobaltkies. Während sich nämlich körniger Kobaltkies gegen Kupfer schwach positiv verhält, ist krystallinischer stark negativ.

Die stärkste thermoelektrische Wirkung erlangte Stefan durch eine Combination von Bleischweif (dichtes Schwefelblei, PbS) und Buntkupfererz (Schwefelkupfer mit Schwefeleisen); $5^1/_2$ solcher Elemente genügten um die Wirkung eines Daniell'schen Elementes hervorzubringen.

Edmond Becquerel in Paris hat, veranlaßt durch

die Bunsen'schen Beobachtungen eine große Anzahl Schwefelmetalle auf ihr thermoelektrisches Verhalten untersucht, und eine Combination von Halbschwefelkupfer (Cu_2S) mit Kupfer als sehr brauchbar empfohlen. Das Schwefelkupfer wird geschmolzen, darf aber nicht weit über seinen Schmelzpunkt erhitzt werden, und wird dann in Formen gegossen. Die erhaltenen Stücke müssen einen faserigen Bruch und Blasen zeigen Erhitzt man die Verbindung stärker, so zerstört man die thermoelektrische Erregbarkeit. Eine von Ruhmkorff aus solchen Elementen von Schwefelkupfer und Kupfer construirte und der Pariser Akademie vorgezeigte Säule konnte für Relais von Telegraphen und zu anderen Zwecken verwendet werden.

Nach alle dem ist es wahrscheinlich, daß thermoelektrische Säulen in Zukunft eine wichtigere Rolle spielen werden, als bisher und daß sie zu vielen Zwecken verwendet werden dürften, zu denen man jetzt galvanische Batterien benutzt.

Meteorologie.

Zu den Fragen, welche in der neuesten Zeit erst auf dem Gebiete der Meteorologie aufgeworfen worden sind, gehört die nach der

Veränderlichkeit des Ozongehaltes der atmosphärischen Luft.

Es sind im vorigen Jahrgange (S. 260 u. ff.) die Eigenschaften der beiden eigenthümlichen Modifikationen des Sauerstoffes, die wir mit den Namen Ozon und Antozon bezeichnen, hinlänglich ausführlich angegeben worden, so daß wir in dieser Hinsicht auf diese Darstellung verweisen können. Dort ist auch angegeben worden, daß man die Eigenschaft des Ozons und Antozons, Jodkalium zu zersetzen, benutzt, um die Anwesenheit dieser beiden Körper, welche wir im Folgenden nicht weiter unterscheiden, in der Luft nachzuweisen. Man setzt nämlich einem dünnen Stärkekleister etwas Jodkalium zu, tränkt damit ungeleimtes Papier, welches man in Streifen schneidet, die man der Luft aussetzt. Je nach dem geringeren oder stärkeren Ozongehalte der Luft wird das Ozonpapier sich schwächer oder stärker blau färben. Die Intensität dieser Färbung wird

dann mittels einer conventionellen Farbenskala bestimmt, welche vom hellsten bis zum tiefsten Blau in 10 Grade eingetheilt ist. Natürlich kann man auf diese Weise zu keiner eigentlichen quantitativen Bestimmung des Ozongehaltes gelangen, sondern man erfährt eben nur, ob der Ozongehalt von einer Beobachtung zur andern abgenommen oder zugenommen hat. Es können auch nur solche Beobachtungen mit einander verglichen werden, die mit Ozonpapier von genau gleicher Beschaffenheit und mit derselben Farbenskala angestellt worden sind. Im Ganzen werden die Zahlenangaben unserer gegenwärtigen ozonometrischen Beobachtungen in einer späteren Zeit, wenn man Methoden zur eigentlichen Messung dieses Ozongehaltes kennen wird, nur noch den Werth haben, daß man aus diesen Angaben die Veränderlichkeit des Ozongehaltes der Luft erkennt.

Was nun diese Veränderlichkeit des Ozongehaltes der Luft betrifft, so hängt dieselbe natürlich von mancherlei örtlichen und zufälligen Umständen ab, es ist aber, abgesehen hiervon, gelungen mehrere allgemeine Regeln aufzufinden. In dieser Hinsicht hat sich besonders M. A. F. Prestel in Emden durch seine Untersuchungen ein Verdienst erworben. Derselbe ist zu folgenden Hauptergebnissen gelangt.

1. Der Ozongehalt ist am geringsten im November, er nimmt dann von Monat zu Monat zu bis zum Frühlingsäquinoctium, um welche Zeit er seinen absolut größten Werth erreicht. Von da nimmt er ab bis zum Sommersolstitium, wächst dann abermals bis zum Herbstäquinoctium und fällt dann bis zum November.

2. Die Einwirkung des Ozons ist im Winterhalbjahr, vom November bis zum April, am Tage geringer als während der Nacht; im Sommerhalbjahre aber, vom Mai bis zum Oktober, ist sie bei Tage größer als während der Nacht. Dieses Ergebniß mag allerdings in's Besondere dem Umstande mit zu verdanken sein, daß Prestel seine Beobachtungen in unmittelbarer Nähe eines mit Sträuchern und Bäumen bepflanzten Gartens angestellt hat. Es ist jedenfalls die unter dem Einflusse des Sonnenlichtes stattfindende Ausathmung von Sauerstoffgas seitens der Pflanzen von wesentlichem Einflusse.

Vom November an, wenn die Bäume und Sträucher entlaubt sind, hört dieser Einfluß auf.

3. Der Unterschied zwischen der Ozonwirkung am Tage und während der Nacht ist im Winter weit bedeutender als im Sommer.

Als Beleg für diese Sätze geben wir nachstehend die Mittelwerthe aus Prestels Beobachtungen in den Jahren 1857—1862. Unter a stehen die monatlichen Mittelwerthe der Tages-, unter b die der Nachtbeobachtungen, c giebt das allgemeine monatliche Mittel. Diese letztere Spalte bestätigt den ersten Satz, während die beiden andern die Belege für den zweiten und dritten Satz enthalten

	a	b	c
Januar . . .	4.58	6.62	5.60
Februar . . .	5.63	6.80	6.22
März	7.47	7.62	7.55
April	7.36	7.23	7.30
Mai	6.22	6.18	6.20
Juni	5.91	5.60	5.75
Juli	5.38	4.95	5.16
August . . .	6.33	5.32	5.82
September .	6.17	4.68	5.42
Oktober . . .	6.01	5.39	5.70
November . .	3.83	5.44	4.63
December . .	4.48	6.43	5.45

Ferner hat Prestel noch gefunden, daß

4. die Einwirkung der Luft auf das Ozonpapier in einer bestimmten Beziehung zur Richtung und Stärke des Windes steht. Namentlich wurde bemerkt, daß die von der Seeseite kommenden Winde stärkere ozonometrische Wirkung zeigten, als die von der Landseite kommenden.

Es bleibt späteren Untersuchungen vorbehalten, die Ursachen aufzufinden, welche diese Gesetzmäßigkeit erzeugen.

Als einen gleichfalls dem Gebiete der Meteorologie angehörigen Gegenstand erwähnen wir hier einige statistische Angaben über

Blitzschläge.

Ein Franzose, Boudin, hat der Pariser Akademie eine interessante Zusammenstellung der durch Blitzschläge verursachten Unglücksfälle für die Zeit von 1835 bis 1863 übergeben.

Danach wurden in dem erwähnten neunundzwanzigjährigen Zeitraume in Frankreich 2238 Personen durch den Blitz getödet. Die größte Zahl in einem Jahre betrug 111, die kleinste 48.

Ueberhaupt vom Blitze getroffen wurden in dem erwähnten Zeitraume in Frankreich 6714 Personen, also durchschnittlich etwa 232 im Jahre.

Merkwürdigerweise scheint das weibliche Geschlecht dem Blitzschlage weniger ausgesetzt zu sein, als das männliche. Es sind Fälle bekannt, in denen der Blitz, wenn er in Gruppen von Personen beiderlei Geschlechts einschlug, besonders die Männer traf. Unter 880 Personen, welche in dem Zeitraume von 1854—1863 in Frankreich vom Blitze getroffen wurden, befanden sich nur 243 oder etwa 26,7 Procent weibliche; in England beträgt die Zahl der Frauen, welche vom Blitze getroffen worden, gar nur 21,6 Procent.

Boudin erwähnt mehrere Personen, welche mehrmals vom Blitze getroffen worden sind. Die eine wurde in einer Zwischenzeit von 15 Jahren zweimal am linken Fuße verletzt, eine andere wurde gar dreimal, und jedesmal in einer andern Wohnung, vom Blitze getroffen.

In mehreren Fällen hat der Blitzstrahl Viehheerden von mehrern hundert Stück, Hornvieh, Schweine und Schafe, getödet ohne den Hirten, der sich mitten unter seinen Thieren befand zu verletzen.

Die Zusammenstellungen Boudin's haben einen neuen Beweis für die Gefahr geliefert, der man sich aussetzt, wenn man bei einem Gewitter unter einem Baum tritt. Ungefähr der vierte Theil der überhaupt vom Blitze getroffenen Personen hat unter Bäumen gestanden. Unter den vom Blitze getroffenen Bäumen befanden sich auch viele Buchen (Fagus sylvestris). Wir erwähnen diesen Umstand deshalb besonders, weil er zeigt, wie irrthümlich die bei uns sowol, als auch

bei den Nordamerikanischen Indianern weit verbreitete Meinung ist, daß die Buche vor dem Blitzschlage gesichert sei.

Die meisten Unglücksfälle durch Blitzschlag ereigneten sich in den Monaten Juli und August; in den Monaten November bis Februar ist kein Todesfall durch den Blitz verursacht worden. Ferner fallen diese Unglücksfälle überwiegend auf die Tagesstunden. Unter 53 Tödtungen fanden 46 zwischen früh 9 Uhr und Abends 9 Uhr statt.

Auch die Terrainbeschaffenheit hat Einfluß auf die Zahl der Unglücksfälle durch den Blitz. Besonders zahlreich ereigneten sich diese in den gebirgigen Departements Lozère, Haute-Loire, Hautes-Alpes, Haute-Savoie, während die ebeneren Manche, Orne, Eure, Seine, Calvados mehr verschont wurden.

Es ist zu bedauern daß ähnliche Zusammenstellungen nicht auch aus andern Ländern existiren. Wie bedeutend übrigens nur allein die durch Blitzschläge verursachten Brandschäden sind erkennt man aus folgenden Angaben welche O. Buchner in Gießen aus den Akten der Brandversicherungscommission für das Großherzogthum Hessen zusammengestellt hat. Darnach entstanden

1856	unter	164	Bränden	12	durch	Blitzschlag	oder	7,31	Procent,
1857	„	185	„	18	„	„	„	9,73	„
1858	„	175	„	9	„	„	„	5,14	„
1859	„	159	„	9	„	„	„	5,66	„
1860	„	175	„	4	„	„	„	2,28	„
1861	„	172	„	8	„	„	„	4,65	„
1862	„	195	„	18	„	„	„	9,23	„
1863	„	172	„	5	„	„	„	2,90	„
1864	„	229	„	9	„	„	„	3,93	„
1865	„	203	„	11	„	„	„	5,41	„
1856—65		1829	„	103	„	„	„	5,62	„

Zu bemerken ist, daß hierbei auch die sogenonnten „kalten Schläge" mitgezählt sind, welche nicht gezündet, aber doch irgend welchen Schaden verursacht haben.

Eine meteorologische Erscheinung über deren Ursache noch sehr abweichende Meinungen bestehen, ist

Der Höhenrauch.

Man versteht darunter eine eigenthümliche Trübung der Luft, bei welcher man die Umrisse der einigermaßen entfernten Gegenstände nicht mehr deutlich, sondern nur verwaschen und unbestimmt zu erkennen vermag. Diese Erscheinung, welche namentlich im Mai und Juni, aber einzeln auch im Spätsommer und Herbste in vielen Gegenden Deutschland's sich zeigt, und die in Westphalen namentlich eine wahre Landplage geworden ist, wird auch mit den Namen Heerrauch, Haarrauch, Haarnebel, Beenrauch, Landrauch, Sennenrauch, trockener Nebel (brouillard sec in Belgien und Frankreich) bezeichnet. Als ihre Ursache sind in der Regel große Brände, namentlich die Moorbrände im nordwestlichen Deutschland und in Holland, in andern Ländern auch Steppen- und Waldbrände, anzusehen. Neben dieser einfachen Erklärung der Erscheinung, für welche wir weiter unten die Belege beibringen werden, sind aber noch allerhand andere, zum Theil höchst mysteriöse Erklärungen versucht worden. Manche erblicken als Ursache des Höhenrauches den Schweif eines nicht beobachteten Kometen, welcher in unsere Atmosphäre hereinragt, andere vermuthen einen innigen Zusammenhang mit elektrischen Erscheinungen und halten ihn für die Folge eines aufgelösten oder nicht zu Stande gekommenen Gewitters, bei welcher Erklärung es allerdings schwierig ist, mit den Worten wirklich bestimmte Vorstellungen zu verknüpfen; noch andere halten vulkanische Ausbrüche für seine Ursache und sehen in ihm einen von den Winden weit fortgeführten vulkanischen Aschenregen. Deutsche Forschungen, in früherer Zeit von Finke, Arends, Egen, in neuerer Zeit von Prestel, Heis, Ellner u. a. haben nun allerdings zur Genüge dargethan, daß die in Deutschland und den umliegenden Ländern beobachteten Erscheinungen des Höhenrauches nichts weiter sind, als die Rauchwolken, welche von den in Brand gesetzten Haide- und Moorflächen in Gröningen, Drenthe, Ostfriesland, Meppen, im Saterlande, Nordwestphalen und an andern Orten aufsteigen. Allein im Auslande, namentlich in Frankreich ist diese Ansicht noch nicht sehr zur Geltung gekommen und noch in neuester Zeit (April 1865) hat Ch. Dufour in Mor-

ges am Genfer See den Höhenrauch welcher im Juli 1863 dort beobachtet wurde, den Ausbrüchen der Italienischen Vulkane zugeschrieben, welcher Umstand die Veranlassung zu unserer Behandlung dieses Gegenstandes ist. Gerade dieser Höhenrauch und seine Verbreitung bietet aber einen recht eklatanten Beweis dafür, daß wir es mit dem Rauch von Moorbränden zu thun haben.

Was die Erscheinung selbst betrifft, so wird sie von Dufour folgendermaßen beschrieben. „Am Morgen des 14. Juli war der Himmel dunstig, dieses wurde im Laufe des Tages stärker. Nichts desto weniger stand das Barometer etwas über 4 Millimeter über dem Mittel. Der Glanz der Sonne nahm immer mehr ab, um 6 Uhr 20 Minuten abends konnte dieses noch 13 Grad über dem Horizont stehende Gestirn mit blosem Auge beobachtet werden. Es erschien lebhaft roth, von einem feinen Lichtschein umgeben. Um diese Zeit konnten von Morges aus kaum die Savoyischen Gebirge erkannt werden, obwohl sie nur 15 bis 20 Kilometer (ungefähr 2 bis 3 deutsche Meilen) entfernt waren. Alle entfernteren Gegenstände aber waren durch den Nebel verdeckt. Um 6 Uhr 30 Minuten warf die Sonne fast gar keinen Schatten mehr und um 7 Uhr 15 Minuten war derselbe ganz verschwunden. Zu dieser Zeit erschien die leuchtende Scheibe der Sonne in einer Höhe von $4^1/_2$ Grad blutroth; ohne die geringste Anstrengung konnte man das Auge auf ihr ruhen lassen. Mehrere Personen glaubten, es sei der Mond, nicht bedenkend, daß der Vollmond bei Sonnenuntergang nicht in Westen stehen kann. Kurze Zeit nachher, als die Sonne anfing, hinter dem Gipfel des Jura zu verschwinden, erschien sie nur noch als eine Scheibe mit so abgeschwächtem Glanze, daß man sie kaum von dem umgebenden Himmel zu unterscheiden vermochte. Abends 9 Uhr 30 Minuten konnte man nur die Gestirne in der Nähe des Zenithes erkennen; man erblickte noch Wega in einer Höhe von $71^1/_2$ Grad und Arkturus 46 Grad hoch; aber man sah nicht mehr den Jupiter 17 Grad und die Venus 4 Grad hoch. Vom 14. Juli an war dieses Phänomen noch mehrere Tage sichtbar. Die Sonne erschien des Morgens und Abends ohne Glanz, jedoch nicht so gedämpft, wie am 14. So verminderte

sich diese Art Rauch nach und nach und in den ersten Tagen des August war er ganz verschwunden.

Reisende, welche sich am 14. Juli auf dem Rigi befanden, sahen den Glanz der Sonne nach und nach geringer werden. Sie war bald nur noch als ein schwach geröthete Fleck am Himmel wahrzunehmen. Nachher verschwand sie gänzlich, als wenn sie in der Luft untergegangen wäre."

Im weiteren Verlaufe seiner Darstellung, die sich im Bulletin international de l'observatoire Impériale de Paris. 1865, Avril 4 findet, bemerkt dann Dufour noch, daß man gleichzeitig von starken vulkanischen Ausbrüchen in Italien gehört habe, und daß daher die Ansicht großes Gewicht erlange, nach welcher dieser trockene Nebel, ebenso wie die ähnlichen Erscheinungen von 1783 und 1831, als Folgen vulkanischer Eruptionen zu betrachten sind. In der That war die vulkanische Thätigkeit im Sommer 1863, und zwar nicht bloß in Italien, eine sehr lebhafte, namentlich erfolgte ein starker Ausbruch des Aetna am 1. Mai und ein zweiter am 2. Juli, allein der Ursprung des „trockenen Nebels" in der Schweiz ist jedenfalls ein anderer, wie aus den nachstehenden von Prestel in Emden veröffentlichten Notizen seines Tagebuches hervorgeht.

9. Juli: Moorrauch, Wind NO.
11. „ : Moorrauch, Wind NNO und NO. Moorbrennen in der Nähe von Barsel im Saterland.
12. „ : Moorrauch, Wind NO und N. Starkes Moorbrennen bei Moordorf zwischen Aurich und Oldenburg.
13 „ : Moorrauch, in Folge davon Röthung der Sonne Wind N zu W, NNW und NW. Moorbrennen am Arler Meer bei Moordorf, in der Gegend der Stadt Norden, in dem Berumer Fehn.
15. „ : Feiner Moorrauch.
21. „ : Fein rauchig, Wind WSW.
24. „ : Fein rauchig, Sonne röthlich, Wind NW.
25. „ : Morgens nebelig, oder fein rauchig, Wind SW.
28. „ : Morrauch.
29. „ : Morgens bei Windstille lagerte auf der Umgegend dichter Morrauch. Abends war er sehr dicht, Wind NW. Die Sonne erschien hier

bei ihrem Untergange genau so, wie sie Dufour am 14. Juli beobachtete.

In der Zeit vom 5. bis 15. Juli wurde der Höhenrauch auch in Münster beobachtet; sehr stark, so daß man die Sonne mit bloßem Auge betrachten konnte, war er da an den Tagen des 16., 17., 24 und 25. Um diese Zeit wurde die Erscheinung auch in den Preußischen Rheinlanden, in der Gegend von Frankfurt, Kreuznach und Trier bemerkt. In Kremsmünster im Lande ob der Ens bemerkte man am 14. Juli Nachmittags dichten Höhenrauch, so daß die Gebirge in zwei Meilen Entfernung gar nicht wahrzunehmen waren, anfangs mit Brandgeruch; von 5½ Uhr bis Untergang war die Sonne glänzend roth. Am 16. Juli hatte man abermals Höhenrauch, aber ohne Geruch, die Gebirge waren nur schwach sichtbar, die Sonne erschien indessen nicht ganz so glanzlos und roth, wie am 14.

Nach diesen Erfahrungen hat jedenfalls Prestel Recht, wenn er im Bezug auf Dufours Aeußerung die Bemerkung macht: „Nach den vorstehenden Daten kann jeder selbst darüber urtheilen, ob der im Juli 1863 zu Morges am Genfer See, auch längs des Rheines, diesseits der Alpen in den Thälern, sowie in Kremsmünster, und immer nicht sehr hoch über der Erdoberfläche beobachtete „trockene Nebel oder Höhenrauch" eine Folge vulkanischer Ausbrüche in Italien oder eines „zersetzten Gewitters" oder des Moorbrennens in Ostfriesland und im Oldenburgischen war. Lehrreich ist die Erscheinung im Bezug auf die Continuität des nordöstlichen Luftstromes, welcher den Moorauch nicht gar hoch über den Erdboden hinweg im Rheinthale hinauf längs der Vogesen an die westliche Abdachung der Alpen führte, sowie auch rücksichtlich der Stetigkeit der nördlichen und nordwestlichen Winde, welche ihn längs der Wesergebirge durch Thüringen bis zum nördlichen Abhange der Alpen forttrugen. Ueberall ist er in den Thälern, durch welche er fortgeführt wird, am dichtesten. Die Spitzen der Berge sind immer mehr oder weniger leicht verschleiert. Der das Zenith zunächst umgebende Theil des Himmelsgewölbes ist, ausgenommen hier in Ostfriesland, gewöhnlich nur leicht getrübt."

Die Hauptgeburtsstätte des Höhenrauches sind die Hoch-

moore im nordwestlichen Deutschland und Holland, die Gegend, welche schon die Schriftsteller des alten Rom als „die unfreundliche und gerunzelte Stirn Germaniens" bezeichneten. Zu beiden Seiten der Ems bedecken diese Hochmoore eine Fläche von mehr als 65 geographischen Quadratmeilen. Das auf dem linken Emsufer liegende Bourtanger Moor und der Twist allein bilden eine ununterbrochene Moorfläche von 25 Quadratmeilen. Dort giebt es nach Grieseb ach eine Stelle, wo der Horizont völlig kreisrund erscheint; dort erblickt das Auge auf der öden Ebene keinen Strauch, keine Hütte, selbst die entfernten Ansiedelungen mit den sie umgebenden Birken verschwinden, nur niedrige Cyperaceen und abgerundeter Haiderasen ist sichtbar. Ebenso bildet der zwischen Huimling, Hunte, Leda und Ems gelegene Theil des Arembergischen Moores eine ununterbrochene Fläche von 28 Quadratmeilen. Desgleichen bildet das Saterland eine $3^1/_2$ bis 4 Meilen große Moorfläche, von welcher nur etwa der zwanzigste Theil kultivirt ist; östlich von der Weser bildete sonst das Teufelsmoor eine weite öde Fläche, ist aber jetzt durch theilweise Cultur in viele kleinere Moordistrikte zerlegt. Auf dieser weiten Fläche bis zu den Marschen der Elbe liegen die Felder zerstreut, auf denen jährlich im Mai und Juni der Boden durch Abbrennen zum Anbau von Buchwaizen und Roggen geeignet gemacht wird; bisweilen wird auch im Sommer und Herbste gebrannt, theils um Buchwaizen säen zu können, der dann als Futter dient, theils behufs der Aussaat von Winterroggen.

Das Moorbrennen soll zuerst durch den Pfarrer Bolenius zu Hatshausen in der Zeit von 1707 bis 1716 eingeführt worden sein, und hat namentlich im gegenwärtigen Jahrhunderte eine außerordentliche Ausbreitung erlangt. In den Moorgegenden Ostfrieslands werden auf den zum Brennen bestimmten Flächen große Schollen von dem oberen Boden abgeschält, umgewendet und während des Herbstes und des Winters der Sonne und dem Winde zum Trocknen überlassen. Im nächsten Frühjahre werden dieselben aufgelockert und zertheilt, um sie für die Einwirkung trockener und warmer Tage desto empfänglicher zu machen. Im Mai, bei besonders trockener Witterung auch schon im April, begiebt sich dann der Moorkolo-

nist (Moerker) bei heiterem Wetter und frischem Winde des Morgens, sobald der Thau von den Sonnenstrahlen aufgezehrt ist, hinaus auf den Acker. Mit einem blechernen Eimer voll glühender Kohlen versehen, streut er diese auf die mit Pflanzenwurzeln durchzogenen ausgedörrten Schollen, wobei er mit dem Rücken gegen den Wind steht, und setzt nun rückwärts schreitend diese Arbeit bis zum Nachmittag fort. Erscheint ihm die Gluth irgend wo zu lebhaft, so geht er mit seinen dicken Holzschuhen auf den glühenden Boden und wirft frische Erde darauf; wo dagegen der Brand zu schwach ist, da facht er ihn durch frisch darauf geworfene Kohlen an. In die etwa einen halben Zoll hohe heiße, fast glühende Asche sät er dann den Buchweizen, eggt ihn, aber nicht scharf ein, oder deckt ihn auch wohl gar nicht zu, sondern überläßt dieses Geschäft dem Regen. Bisweilen werden in wenigen Tagen mehrere hunderttausend Morgen auf diese Weise verkohlt und dabei ganz enorme Massen Rauch entwickelt, die nach einer Schätzung von Funk ein Gewicht von 73 Millionen Pfund haben können. Gegen Abend verschwindet der Rauch auf dem Moore und dessen nächster Umgebung fast gänzlich. Die aufgestiegenen Rauchwolken aber werden vom Winde Tag und Nacht oft hunderte von Meilen fortgetrieben und gelangen ostwärts bis nach Oesterreich und Ungarn, westwärts bis nach England und Frankreich und südwärts bis an die Alpen und den Jura. Nicht selten kommt es auch vor, daß, wenn der Wind umschlägt, dieselben Rauchmassen, die schon mit fortgetrieben waren, wieder vom Winde in ihre Geburtsstätte zurückgetragen werden. Gar oft nimmt man in großer Entfernung von der Heimath des Höhenrauches an demselben noch einen eigenthümlichen, brenzlichen Geruch wahr, und namentlich der Westphale erkennt an diesem Geruche leicht den wohlbekannten Gast seines Heimathlandes.

Glaishers Luftballonfahrten und ihre Ergebnisse.

Die erste Luftschiffahrt zu wissenschaftlichen Zwecken wurde am 24. August 1804 durch Gay Lussac und Biot von Paris aus unternommen; es wurde dabei den barometrischen Messungen zufolge eine Höhe von 12240 Pariser Fuß erreicht. Auf eine beträchtlichere Höhe, bis zu 21600 Fuß, erhob sich

Gay Lussac, als er **bald darauf, am 16. September** desselben **Jahres** eine zweite Auffahrt unternahm. Die Hauptfragen, welche bei solchen Auffahrten zu lösen sind, betreffen die Abnahme der Lufttemperatur mit wachsender Höhe, die Feuchtigkeitsverhältniße, die Luftströmungen u. a. Ein Aufsteigen im Luftballon wird in allen diesen Fragen andere Ergebnisse liefern, als etwa Beobachtungen auf Gebirgshöhen, denn in dem letzteren Falle kommt immer die unmittelbare Einwirkung des benachbarten Bodens, die Wärmestrahlung desselben u. a. in Betracht, Einflüsse, die beim Aufsteigen im Ballon nicht stattfinden. Bis vor kurzen war nun fast das ganze Material, welches zur Beantwortung solcher Fragen vorlag, den Beobachtungen Gay-Lussac's auf den erwähnten beiden Fahrten entnommen. Zwar unternahmen im Jahre 1850 Barral und Bixio von Paris aus zwei Auffahrten; allein die erste, am 29. Juni unternommene, nahm in 18000 Pariser Fuß Höhe ein unfreiwilliges, für die Luftschiffer indessen noch leidlich günstiges Ende durch Zerspringen des Ballons und bei der zweiten Fahrt, am 27. Juli, herrschten so abnorme Witterungsverhältnisse, daß es nicht einmal möglich ist, aus den gemachten Beobachtungen die erstiegene Höhe mit einiger Zuverlässigkeit zu ermitteln, und daß ein Schluß auf die normalen Zustände in der Luft nicht möglich ist. Es sind besonders die abnormen Verhältnisse, welche bei diesen Beobachtungen interessiren. Als man nämlich Mittags 1 Uhr den Ballon zu füllen begann, trübte sich der vorher heitere Himmel und es trat rasch Regen ein, der von 3 Uhr an wahrhaft stromweise niederstürzte. Erst um 4 Uhr bei noch immer bedeckten Himmel begann die Auffahrt. Bald wurden die Luftschiffer in einen feinen Nebel gehüllt und um 4 Uhr 10 Min. wurde Paris durch Wolken verdeckt, 7 Minuten später kam der Ballon in so dichten Nebel, daß von der Erde überhaupt Nichts mehr zu sehen war. Nach abermals 5 Minuten wurde der Nebel lockerer und kleine Eisnadeln fielen auf die Luftschiffer nieder. Ueber der Nebelschicht sank das Thermometer rasch auf — 23,79 Grad Celsius und, als der Himmel sich ganz aufgeklärt hatte, sogar auf — 39 Grad.

In neuerer Zeit sind namentlich in England zahlreiche

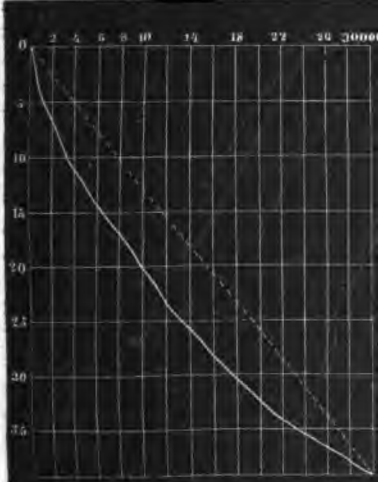
Luftfahrten zu wissenschaftlichen Zwecken unternommen worden. Schon 1852 veranstaltete das Comitee der Sternwarte von Kew unter dem Vorsitze des Oberst Sykes vier Aufsteigungen, welche am 17. und 26. August, 21. Oktober und 4. November von J. Welsch unter technischer Mitwirkung des bekannten Luftschiffers Green ausgeführt wurden. In ein neues Stadium ist aber die Sache durch die zahlreichen Luftfahrten von J. Glaischer, dem berühmten Vorstande des meteorologischen Observatoriums in Greenwich, getreten, welche im Jahre 1862 ihren Anfang nahmen. Unter diesen Auffahrten ist besonders die zweite, am 5. September 1862 unternommene merkwürdig, weil auf derselben eine größere Höhe als je zuvor erreicht wurde, nämlich sicher 28322 Pariser Fuß, wahrscheinlich aber 32000 Fuß oder noch mehr. Als der Ballon am höchsten war, befand sich Glaischer in einer Ohnmacht; kurz vorher hatte er noch einen Barometerstand von 249 Millimeter (9 Zoll 9 Linien) notirt, welcher der angegebenen Höhe von 28322 Fuß entspricht. Der Führer des Ballons, der bekannte Aëronaut Coxwell, war gleichfalls einer Ohnmacht nahe und vermochte nur mit Anstrengung aller seiner Kräfte die Klappe des Ballons zu öffnen, um Gas ausströmen zu lassen und den Ballon zum Sinken zu bringen. Beobachtungen konnte derselbe während dieser Zeit auch nicht machen, doch will er bemerkt haben, daß einmal der Zeiger des Aneroidbarometers und eine am Ballon angebrachte Schnur sich in gerader Linie befunden haben, was einem Drucke der Luft von 178 bis 203 Millimeter (6 Z. 7 L. bis 7 Z. 6 L.) Quecksilbersäule entsprechen würde. Aus der letztern Barometerhöhe würde sich eine Höhe des Ballons von 32215 Fuß ergeben. Ein genaues Minimumthermometer gab — 27 Grad Celsius an, während bei der Ankunft am Boden die Temperatur +12 Gr. betrug.

Was nun zunächst die Abnahme der Temperatur bei wachsender Höhe betrifft, so macht es einen bedeutenden Unterschied, ob der Himmel bedeckt oder hell ist. Stellt man die bei nur theilweise bedecktem Himmel und die über der Wolkenschicht erhaltenen Beobachtungen zusammen, so findet man die Temperaturabnahme bei einer Erhebung von

1000	Fuß	engl.	4	Gr.	Cels.	16000	Fuß engl.	28,2	Gr. Cels.
2000	"	"	6,7	"	"	17000	" "	29,3	" "
3000	"	"	9,5	"	"	18000	" "	30,3	" "
4000	"	"	11,4	"	"	19000	" "	31,3	" "
5000	"	"	12,9	"	"	20000	" "	32,1	" "
6000	"	"	14,5	"	"	21000	" "	32,8	" "
7000	"	"	16	"	"	22000	" "	34,1	" "
8000	"	"	17,5	"	"	23000	" "	34,6	" "
9000	"	"	18,9	"	"	24000	" "	35,4	" "
10000	"	"	20,4	"	"	25000	" "	36	" "
11000	"	"	21,8	"	"	26000	" "	36,6	" "
12000	"	"	23,3	"	"	27000	" "	37,1	" "
13000	"	"	24,6	"	"	28000	" "	37,6	" "
14000	"	"	25,9	"	"	29000	" "	38,5	" "
15000	"	"	27,1	"	"	30000	" "	38,9	" "

Zur besseren Verdeutlichung sind diese Zahlen, in der beistehenden Fig. 9 graphisch dargestellt worden. Die an der oberen Linie stehenden Zahlen 0, 2, 4, 6 u. s. w. geben die erstiegene Höhe in Tausenden von engl. Fußen an und bedeuten also 0, 2000, 4000,6000 engl. F. u. s. w. Auf den vertikalen Linien sind die Temperaturerniedrigungen abgetragen worden; die Skala ist links durch die Zahlen 5, 10 u. s. f. angedeutet, welche 5, 10 Grad Celsius u. s. w. bedeuten. Die so auf den einzelnen Vertikallinien erhaltenen Punkte sind durch eine stetige krumme Linie verbunden worden.

Fig. 9.



Aus dieser Figur ersieht man nun sofort, daß die Tem=

peraturabnahme nicht proportional der erstiegenen Höhe ist, denn wäre dieses der Fall, so müßten die Punkte auf den Vertikallinien, deren Entfernungen von der obersten horizontalen Linie die Temperaturabnahmen angeben, alle auf einer geraden Linie liegen, welche den oberen linken Eckpunkt der Figur mit den unteren rechten verbindet. Man sieht aber, daß die in der Figur gezeichnete krumme Linie unter dieser Geraden liegt, woraus erkennbar ist, daß die Temperatur anfangs rascher, später aber langsamer zunimmt. In der That zeigt sich, daß bei einer Erhebung um nur 1000 Fuß sich eine Temperaturabnahme von einem Grad Celsius auf je 250 engl. Fuß im Mittel einstellt, während, wenn man schon 15000 Fuß gestiegen ist, man sich um etwas über 900 Fuß weiter erheben muß, wenn das Thermometer wieder um einen Grad fallen soll.

Verschiedene Beobachtungen kurz vor und nach Untergang der Sonne schienen anzudeuten, daß Nachts bis in ziemlich beträchtliche Höhe nicht nur kein Abnehmen, sondern gerade umgekehrt eine Zunahme der Temperatur eintrete. Um diese Frage zu entscheiden unternahm Glaisher unter der Führung des Luftschiffers Orton am 2. October 1865 eine nächtliche Luftschifffahrt. Abends 6 Uhr 20 Min., ungefähr 3/4 Stunde nach Sonnenuntergang, verließen die Luftschiffer bei Mondschein mit OSO-Wind das Arsenal von Woolwich. Der Ballon ging über London weg und um 8 Uhr 22 Min. ließen sich Glaisher und Orton in Oxfordshire in der Nähe der Besitzung eines Herrn Reeves, 66 Kilometer (fast 9 deutsche Meilen) von Woolwich entfernt, wieder nieder.

Die während dieser Fahrt gemachten Beobachtungen haben nun auch bestätigt, daß in der That eine Zunahme der Temperatur in den unteren Höhen während der Nacht stattfindet. Im Momente des Aufsteigens nämlich betrug in Woolwich die Temperatur +13,25 Gr. Celsius, in 300 Meter (985 engl. = 923 Pariser Fuß) Höhe stieg sie auf +13,9 Gr., bei 400 Meter 1313 engl. = 1231 Pariser Fuß) betrug sie 14,5 Gr., bei 700 Meter (2297 engl. = 2155 Par. Fuß) war sie 17°, beim Niedersteigen auf 200 Meter (656 engl. = 615 Par. Fuß) fiel sie wieder auf 13,9 Grad. Die Temperatur in Greenwich betrug um 6 Uhr

20 Min. 16,5 Grad, war also 3,25 Grad höher als in Woolwich, und wenn man die Temperaturen in der Höhe mit der Greenwicher vergleicht, so stellt sich der Betrag der Temperaturerhöhung allerdings etwas geringer heraus, als bei Vergleichung mit der Woolwicher Temperatur.

Der Satz, daß die Temperatur der Luft in der Nacht bis zu einer beträchtlichen Höhe nicht ab, sondern zunimmt, errinnert übrigens an einen ähnlichen schon vor einigen Jahren von Prestel in Emden nachgewiesenen, nach welchem auch während des Tages in der untersten, unmittelbar über dem Boden ruhenden Luftschicht die Temperatur bis zu einer gewissen, mit der Jahreszeit veränderlichen Höhe zunimmt. Prestel's Beobachtungen haben sich allerdings nur bis zu einer Höhe von 28 Fuß 4 Zoll Pariser Maß erstreckt, und daher auch nur geringere Differenzen ergeben.

Was nun die weiteren Ergebnisse der Glaisher'schen Ballonfahrten betrifft, so wurde im Bezug auf die Feuchtigkeitsverhältnisse gefunden, daß der Wasserdampfgehalt im Allgemeinen bei wachsender Höhe abnimmt, und bei 25000 Fuß Höhe wahrscheinlich gänzlich verschwindet. Die Abnahme selbst ist je nach Umständen sehr veränderlich. Bei bewölktem Himmel nimmt der Wasserdampfgehalt der Luft gewöhnlich bis zu den Wolken hin ab; aber bisweilen trifft man mehrere Schichten sehr feuchter Luft noch ehe man die Wolken erreicht. In der Wolkenregion selbst nimmt der Wassergehalt entweder etwas zu oder bleibt constant, darüber hinaus nimmt er ab, im Anfang meist sehr rasch. Aber selbst in Höhen von 4 engl. Meilen trifft man noch abwechselnde Schichten von trockener und feuchter Luft.

Bei der Auffsteigung am 21. Juli 1863 bot sich Gelegenheit, interessante Beobachtungen über Regenbildung anzustellen. Während es an der Erdoberfläche heftig regnete war der Regen in 1000 Fuß Höhe nur unbedeutend, der meiste Regen stammte also aus der untersten Luftschicht, wo der Wassergehalt 5½ Gran auf einen Cubikfuß Luft betrug. Wo der niederfallende Ballon zuerst den Regentropfen begegnete, da waren dieselben klein, fast wie Nadelspitzen, und wenig zahlreich; nach unten fielen die Tropfen dichter und wurden größer. Oberhalb der feinen Regentropfen befand

sich feuchter und weiter oben trockener Nebel, dann folgte nach oben eine nebelfreie, ziemlich trockene Luftschicht und über dieser wieder eine dunckle Wolkendecke. Es bestätigt diese Erfahrung die früher von Green gemachte Wahrnehmung, daß wenn Regen bei bedecktem Himmel fällt, stets eine zweite Wolkenschicht über der unteren sich vorfindet, welche hindert, daß letztere von der Sonne bestrahlt werde.

Was die Höhe der Wolken betrifft, so hat Glaisher im J. 1862 einmal eine Wolke in 10,000 Fuß Höhe angetroffen, während andere Male alle Wolken mit Ausnahme der Cirri innerhalb 6000 Fuß Höhe sich befanden. Dagegen befand sich im Jahre 1863 der Ballon einmal bis zu einer Höhe von mehr als 4 engl. Meilen in Wolken, ein andermal wieder wurde die Höhe der Cirro-Stratus-Wolken zu 3 bis 4 Meilen geschätzt.

Aus Versuchen, die er über Sonnenstrahlung mit einer geschwärzten Thermometerkugel und mit Herschel's Aktinometer angestellt, hat Glaisher den Schluß gezogen, daß die Wärmestrahlen der Sonne den Weltraum ohne Verlust durchlaufen, daß sie aber in der Atmosphäre in dem Maße mehr und mehr zur Wirkung kommen, wie diese dichter wird und wie ihr Gehalt an Wasserdampf wächst. Wenn dieß richtig ist, so kann die Temperatur der Luft auf den sonnenfernen Planeten, wie Jupiter und Saturn, ebenso groß und selbst größer sein, als auf den sonnennahen Merkur und Venus, sofern auf jenen der Wasserdampfgehalt der Atmosphäre ein beträchtlicherer ist, als auf diesen.

Die Schnelligkeit des Windes in der Höhe, gemessen durch den Weg, den der Ballon in horizontaler Richtung zurücklegte, wurde in allen Fällen größer gefunden, als an der Erdoberfläche die Anemometer anzeigten. Bei der letzten nächtlichen Fahrt wurden z. B. in horizontaler Richtung in der Zeit von 2 Stunden 2 Minuten 66 Kilometer, also mehr denn 30 Kilometer in der Stunde zurückgelegt, während in Greenwich die Geschwindigkeit der Luft zu 24 Kilometer bestimmt wurde.

III.

Mechanik und mechanische Technologie.

Unter den Naturkräften, welche der Mensch technisch verwendet, nimmt ohne Zweifel gegenwärtig die Wärme den ersten Platz ein. Ein Hinweis auf die wichtige Rolle, welche heutigen Tages die Dampfmaschine in der Technik und im Gewerbswesen spielt dürfte hinreichen, diese Behauptung zu begründen. Die Wärme aber, die wir auf solche Art benutzen, wird durchgängig künstlich durch den chemischen Prozeß der Verbrennung erzeugt. Wohl sendet uns die Sonne zugleich mit ihren Lichtstrahlen auch Wärme zu und es ist hinlänglich bekannt, welche wichtige Rolle diese Wärme im Haushalte der Natur spielt, wie sie den wichtigsten Impuls zu den verschiedensten meteorologischen Prozessen giebt u. s. w., aber als bewegende Kraft wird sie nicht benutzt. Allerdings hat man auch an eine derartige Benutzung der Sonnenwärme gedacht; es ist noch nicht zu lange her, daß Babinet der Pariser Akademie Mittheilungen über die Versuche machte, welche Mouchot in Alençon in dieser Richtung angestellt hat, und auch von anderer Seite sind mehrfach Vorschläge gemacht worden. Aber zwischen solchen Ideen und vorläufigen Versuchen einerseits und der praktischen Ausführung andererseits liegt noch ein weiter Weg und wir sind jedenfalls noch auf lange Jahre rücksichtlich der Wärme, die wir zum

Betriebe unserer Maschinen wie für andere technische Prozesse brauchen, auf unsere Feuerungsanlagen verwiesen. Bevor wir daher in dieser Uebersicht der Fortschritte der mechanischen Technik und Technologie zu der Betrachtung neuer Mechanismen, durch welche die Wärme nutzbar gemacht wird schreiten, schicken wir erst einige Bemerkungen über

Feuerungsanlagen

voraus. Zwei Probleme sind es, welche auf diesem Gebiete die Techniker beschäftigt haben: die Erzielung eines möglichst großen Heizeffektes und die rauchfreie Verbrennung. Die rauchfreie Verbrennung ist an vielen Orten, namentlich in England und in neuerer Zeit auch in Frankreich (Art. 19 des Dampfkesseldekretes vom 25. Januar 1865) geradewegs gesetzlich vorgeschrieben, ohne daß man indessen bis jetzt mechanische Hilfsmittel hat, dieselbe ganz vollständig herzustellen. Man hat dabei vielfach gemeint, daß mit der rauchfreien Verbrennung auch das andere Problem, die Erzielung eines hohen Heizeffektes, zugleich mit gelöst sei. Dieß ist indessen nicht unter allen Umständen richtig. Es kann recht wohl eine Feuerungsanlage, die einen großen Theil des Brennmateriales vollständig zu Kohlensäure und Wasser verbrennt, während ein Theil des Kohlenstoffes unverbrannt als Rauch fortgeht, einen größeren Nutzeffekt liefern als eine andere, welche zwar allen Kohlenstoff verbrennt, aber zum großen Theile nur zu Kohlenoxydgas; zumal wenn bei ersterer bessere Vorkehrungen getroffen sind, alle bei der Verbrennung entwickelte Wärme nutzbar zu machen, um ein möglichst geringes Quantum durch Leitung und Strahlung entweichen und mit den Verbrennungsgasen zum Schornstein hinausfliegen zu lassen. Man wird daher an eine gute rauchfreie Feuerungsanlage auch noch die Anforderung stellen müssen, daß sie ökonomisch sei, Brennmaterial spart und damit die unvermeidlichen Mehrkosten ihrer Anlage deckt; außerdem darf sie nicht zu complicirt sein und öftere und kostspielige Reparaturen nöthig machen, und endlich darf sie keine zu großen Ansprüche an die Aufmerksamkeit und Sorgfalt des Heizers stellen, die sich allenfalls während der kurzen Dauer eines Versuches, nicht aber bei länger fortgesetzter Arbeit befriedigen lassen.

Diesen Anforderungen scheinen die Rauchverbrennungsanordnungen für Dampfkesselfeuerungen von Eduard Freudenthal und Alexander Daelen zu genügen, welche neuerdings an verschiedenen Orten z. B. in der Flachsspinnerei von George Stelling, Gräber u. Comp. in Hannover, in der Maschinenbauanstalt von Georg Egestorff in Linden vor Hannover, bei Borsig und bei F. A. Egells in Berlin, in der Gold- und Silberwaaren-Fabrik von Jg. Theuer u. Sohn in Wien, bei Krupp, auf dem Hörder Werk und der Dortmunder Hütte u. a. O. mit sehr günstigem Erfolge in Thätigkeit sind. Jede Belästigung der Umgebung durch Rauch kommt bei dieser Anlage in Wegfall, was besonders für größere Städte von hoher Wichtigkeit ist, wo die Nothwendigkeit der Herstellung einer größeren Anzahl von Feuerungsanlagen für Fabriken, Bäckereien, Brauereien u. dgl. gar zu leicht mit sanitätspolizeilichen Forderungen in Widerstreit geräth. Versuche über den Kohlenverbrauch, welche in der Flachsspinnerei von George Stelling, Gräber u. Comp. angestellt worden sind, haben einem Berichte von Rühlmann zufolge eine Brennmaterialersparniß von 14 Procent bei Anwendung des Freudenthal-Daelen-Systems ergeben; die Erfahrungen, welche man an anderen Orten gemacht hat, sind z. Th. noch günstiger.

Das Princip dieser Feuerungsanlage besteht in der Zugumkehrung, d. h. darin, daß die Luftzuführung nicht wie gewöhnlich von unten, sondern vorzugsweise von oben geschieht. Die frischen Steinkohlen werden nicht direct auf den eigentlichen Verbrennungsrost geworfen, sondern vorher in einem darüber liegenden Raume vercokt; außerdem wird auch das Quantum der dem Roste zuzuführenden Luft auf ein Minimum beschränkt. Um den Ofen in Thätigkeit zu setzen wird zunächst auf dem schräg nach hinten geneigten Roste ein Feuer angezündet und darauf der höher und weiter nach vorn gelegene Cokesofen mit frischen Steinkohlen beschickt. Die Feuerungsthüren werden nun geschlossen und das zur Verbrennung nöthige Luftquantum wird durch ein Paar Röhren zugeführt, welche von außen senkrecht in die Höhe steigen und im vorderen Theile des Cokesofens münden; wenn es nöthig erscheint, kann man statt dessen auch Luft in den

Cokesofen pressen. Sind die Kohlen gehörig vercoket, so werden sie mit einer Schürstange vom Boden des Cokesofens hinab auf den eigentlichen Verbrennungsrost gestoßen, dort gehörig vertheilt und neue Kohlen kommen in den Cokesofen. Auf dem Roste liegen daher immer glühende Cokes und darüber ziehen die mit Luft gemischten Gase aus dem Cokesofen hin, die hier vollständig verbrennen.

Von älteren Dampfkesselfeuerungen hat sich besonders der Langensche Etagenrost als sehr brauchbar bewährt. Derselbe gestattet selbst die Anwendung ganz klarer Materialien, so daß man sogar Sägespähne auf demselben mit Nutzen verbrennen kann. Die Verbrennung ist dabei fast vollkommen rauchfrei. Genaue Versuche über die Leistungsfähigkeit verschiedener Feuerungsanlagen welche schon vor Jahren von Stammer angestellt waren, ergaben, daß auf einem gewöhnlichen Planroste ein Pfund Kohlen 5,3 Pfund Wasser verdampfte, während bei Anwendung eines Langen'schen Etagenrostes die verdampfte Wassermenge 6,04 Pfund betrug; bei Versuchen auf der Steinkohlengrube Glückhilf ergaben sich bei der Einrichtung sogar 7,06 Pfund.

In neuerer Zeit hat Langen seinen Rost noch mehrfach verbessert. Früher geschah die Zuführung der Kohlen an verschiedenen Stellen und es wurde der Rost mit einer gleichförmig dicken Schicht bedeckt. Dadurch wird indessen die Bedienung der ganzen Feuerungsanlage weniger leicht und bequem, als im Interesse der Sache wünschenswerth ist und Langen hat deßhalb eine Vorrichtung ersonnen, bei welcher die Zuführung des Brennmaterials nur an einer einzigen Stelle erfolgt. Dadurch wird nun aber der Rost an dieser Stelle mit den an brennbaren Gasen reichsten Materiale bedeckt, welches zu seiner Verbrennung die meiste Luft gebraucht, während an den entlegeneren Stellen sich nur Cokes und Schlakken befinden. Da letztere, zumal sie auch weniger dicht liegen als die frisch aufgeschütteten Kohlen, weniger Luft zu ihrer Verbrennung brauchen, so muß entweder der Luftzutritt künstlich derart regulirt werden, daß zu den frischen Kohlen mehr, zu den Cokes weniger Luft tritt, während das Brennmaterial in gleicher Höhe über den ganzen Rost ausgebreitet liegt, oder man muß umgekehrt bei gleichmäßiger Luftzuführung

zum ganzen Roste die Zuführung und Fortbewegung des Brennmateriales derart reguliren, daß an jeder Stelle der Rostfläche die Dicke der Brennmaterialschicht umgekehrt proportional dem specifischen Luftbedürfniß desselben ist. Langen hat nun einen Mechanismus ersonnen, welcher das letztere leistet. Der Rost besteht ähnlich wie bei der früheren Einrichtung, aus mehreren treppenförmig über einander liegenden Theilen. Während aber früher jeder einzelne Theil für sich beschickt wurde, befindet sich jetzt über dem vordersten und obersten Theile ein Füllkasten und es kann dem ganzen Roste mittelst eines Hebels eine Bewegung ertheilt werden, durch welche bewirkt wird, daß das Brennmaterial von den obersten Etagen allmälig herunter auf die untern fällt und sich dort in immer größerer Höhe anhäuft. Die Bewegung des Hebels kann bei kleineren Anlagen mit der Hand erfolgen, bei größeren dagegen wird man sie continuirlich durch Maschinenkraft bewirken.

Die Absonderung von Ruß bei Dampfkesselfeuerungen ist übrigens nicht blos für die Umgebung unangenehm und schädlich, sondern beeinträchtigt auch den Heizeffekt der ganzen Anlage insofern, als die Berußung des Kessels dem Durchgange der Wärme durch die Kesselwandung hinderlich ist. Man hat dieses vielfach verkannt, indem man aus dem Umstande, daß Ruß ein großes Absorptionsvermögen für Wärmestrahlen hat, gerade im Gegentheile auf eine vortheilhafte Wirkung berußter Kesselflächen schließen zu können glaubte. Es kommt aber hier gar nicht die Wärmestrahlung, sondern die Wärmeleitung in Betracht, und da das Wärmeleitungsvermögen des Rußes nur etwa den hundertsten Theil von dem des Eisens beträgt, so muß nothwendig eine Rußschicht auf dem Kessel den Heizeffekt verringern. Durch eine rauchfreie Verbrennung wird daher der Heizeffekt nicht allein insofern erhöht, als ein größeres Quantum Wärme entwickelt wird, sondern auch insofern, als die Heizflächen länger in dem für den Durchgang der Wärme geeigneten Zustande erhalten werden. Schon früher hat Brix auf experimentellem Wege diese Thatsache festgestellt und in neuerer Zeit ist Ed. Jac. Nöggerath in Brieg a. d. O. zu diesem Ergebnisse gelangt. Letzterer ist bei den Untersuchungen, welche er im Auftrage

Cokesofen pressen. Sind die Kohlen gehörig vercoket, so werden sie mit einer Schürstange vom Boden des Cokesofens hinab auf den eigentlichen Verbrennungsrost gestoßen, dort gehörig vertheilt und neue Kohlen kommen in den Cokesofen. Auf dem Roste liegen daher immer glühende Cokes und darüber ziehen die mit Luft gemischten Gase aus dem Cokesofen hin, die hier vollständig verbrennen.

Von älteren Dampfkesselfeuerungen hat sich besonders der Langensche Etagenrost als sehr brauchbar bewährt. Derselbe gestattet selbst die Anwendung ganz klarer Materialien, so daß man sogar Sägespähne auf demselben mit Nutzen verbrennen kann. Die Verbrennung ist dabei fast vollkommen rauchfrei. Genaue Versuche über die Leistungsfähigkeit verschiedener Feuerungsanlagen welche schon vor Jahren von Stammer angestellt waren, ergaben, daß auf einem gewöhnlichen Planroste ein Pfund Kohlen 5,3 Pfund Wasser verdampfte, während bei Anwendung eines Langen'schen Etagenrostes die verdampfte Wassermenge 6,04 Pfund betrug; bei Versuchen auf der Steinkohlengrube Glückhilf ergaben sich bei der Einrichtung sogar 7,06 Pfund.

In neuerer Zeit hat Langen seinen Rost noch mehrfach verbessert. Früher geschah die Zuführung der Kohlen an verschiedenen Stellen und es wurde der Rost mit einer gleichförmig dicken Schicht bedeckt. Dadurch wird indessen die Bedienung der ganzen Feuerungsanlage weniger leicht und bequem, als im Interesse der Sache wünschenswerth ist und Langen hat deßhalb eine Vorrichtung ersonnen, bei welcher die Zuführung des Brennmaterials nur an einer einzigen Stelle erfolgt. Dadurch wird nun aber der Rost an dieser Stelle mit den an brennbaren Gasen reichsten Materiale bedeckt, welches zu seiner Verbrennung die meiste Luft gebraucht, während an den entlegeneren Stellen sich nur Cokes und Schlakken befinden. Da letztere, zumal sie auch weniger dicht liegen als die frisch aufgeschütteten Kohlen, weniger Luft zu ihrer Verbrennung brauchen, so muß entweder der Luftzutritt künstlich derart regulirt werden, daß zu den frischen Kohlen mehr, zu den Cokes weniger Luft tritt, während das Brennmaterial in gleicher Höhe über den ganzen Rost ausgebreitet liegt, oder man muß umgekehrt bei gleichmäßiger Luftzuführung

zum ganzen Roste die Zuführung und Fortbewegung des Brennmateriales derart reguliren, daß an jeder Stelle der Rostfläche die Dicke der Brennmaterialschicht umgekehrt proportional dem specifischen Luftbedürfniß desselben ist. Langen hat nun einen Mechanismus ersonnen, welcher das letztere leistet. Der Rost besteht ähnlich wie bei der früheren Einrichtung, aus mehreren treppenförmig über einander liegenden Theilen. Während aber früher jeder einzelne Theil für sich beschickt wurde, befindet sich jetzt über dem vordersten und obersten Theile ein Füllkasten und es kann dem ganzen Roste mittelst eines Hebels eine Bewegung ertheilt werden, durch welche bewirkt wird, daß das Brennmaterial von den obersten Etagen allmälig herunter auf die untern fällt und sich dort in immer größerer Höhe anhäuft. Die Bewegung des Hebels kann bei kleineren Anlagen mit der Hand erfolgen, bei größeren dagegen wird man sie continuirlich durch Maschinenkraft bewirken.

Die Absonderung von Ruß bei Dampfkesselfeuerungen ist übrigens nicht blos für die Umgebung unangenehm und schädlich, sondern beeinträchtigt auch den Heizeffekt der ganzen Anlage insofern, als die Berußung des Kessels dem Durchgange der Wärme durch die Kesselwandung hinderlich ist. Man hat dieses vielfach verkannt, indem man aus dem Umstande, daß Ruß ein großes Absorptionsvermögen für Wärmestrahlen hat, gerade im Gegentheile auf eine vortheilhafte Wirkung berußter Kesselflächen schließen zu können glaubte. Es kommt aber hier gar nicht die Wärmestrahlung, sondern die Wärmeleitung in Betracht, und da das Wärmeleitungsvermögen des Rußes nur etwa den hundertsten Theil von dem des Eisens beträgt, so muß nothwendig eine Rußschicht auf dem Kessel den Heizeffekt verringern. Durch eine rauchfreie Verbrennung wird daher der Heizeffekt nicht allein insofern erhöht, als ein größeres Quantum Wärme entwickelt wird, sondern auch insofern, als die Heizflächen länger in dem für den Durchgang der Wärme geeigneten Zustande erhalten werden. Schon früher hat Brix auf experimentellem Wege diese Thatsache festgestellt und in neuerer Zeit ist Ed. Jac. Nöggerath in Brieg a. d. O. zu diesem Ergebnisse gelangt. Letzterer ist bei den Untersuchungen, welche er im Auftrage

der Industriellen des Saarthales über den relativen Werth der Heizflächen u. s. w. anstellte, zu den folgenden speziellen Sätzen gelangt:

1. Die Berußung der vorderen Theile der Heizfläche, welche der Einwirkung des Feuers unmittelbar ausgesetzt sind, ist von geringem Einflusse auf den Heizeffekt.

2. Von äußerst nachtheiligem Einflusse ist dagegen die Berußung der dem Feuer nicht unmittelbar ausgesetzten Stellen.

3. Durch sorgfältige Reinigung der entfernteren Theile der Heizfläche kann der Heizeffekt beträchtlich gesteigert werden; doch muß diese Reinigung bei Steinkohlenfeuerung häufig, fast täglich vorgenommen werde.

4. Im entgegengesetzten Falle ist bei Steinkohlenfeuerungen der ökonomische Werth der entfernteren Theile der Heizfläche sehr gering anzuschlagen, da Heizgase von einer Temperatur von 400 Grad kaum nennenswerthe Wärmemengen durch berußte Metallflächen durchsenden.

Bei dieser Gelegenheit machen wir noch auf eine weit verbreitete irrige Meinung aufmerksam, die gleichfalls durch Nöggerath widerlegt worden ist. Man hört nämlich oft die Meinung aussprechen, daß Wasserdampf, den man durch den Rost einer mit Cokes oder Kohlen beschickten Feuerung in den Feuerraum leitet, den Heizeffekt vermehre. Zur Erklärung führt man wohl an, daß durch glühende Kohle der Wasserdampf in seine Bestandtheile, Sauerstoffgas und Wasserstoffgas zerlegt werde, daß letzteres dann wieder verbrenne und die dabei entwickelte Hitze eben die Vergrößerung des Heizeffektes bewirke. Wenn es nun auch ganz richtig ist, daß eine solche Zersetzung eintreten kann und daß bei der Verbrennung des Wasserstoffes ein hoher Hitzgrad entwickelt wird, so übersieht man doch bei jener vermeintlichen Erklärung einen anderen wichtigen Punkt. Es wird nämlich bei der Zersetzung des Wassers in Sauerstoff und Wasserstoff jedenfalls dasselbe Wärmequantum verbraucht, latent gemacht, welches beim Verbrennen des Wasserstoffes, also bei der Wiedervereinigung desselben mit dem Sauerstoff entwickelt wird. Eine Erhöhung des Heizeffektes ist also auf diese Art nicht gut möglich, denn es wird eben nur dasjenige Wärmequantum durch die Verbrennung des Wasserstoffes zurück erstattet, welches erst ent=

zogen worden ist. Ja es läßt sich sogar von vornherein vermuthen, daß durch die Zuführung von Wasserdampf ein Wärmeverlust herbeigeführt wird. Es wird nämlich der Wasserdampf sich mit den heißeren Verbrennungsgasen mischen und deren Temperatur annehmen, ihnen also Wärme entziehen. Nun braucht aber gerade der Wasserdampf verhältnißmäßig viel Wärme, wenn seine Temperatur um eine bestimmte Anzahl von Graden erhöht werden soll, seine specifische Wärme ist größer als die der übrigen Gase, Wasserstoff ausgenommen. Nach Regnault ist nämlich die specifische Wärme, bezogen auf gleiche Gewichte, und die des Wassers als Einheit angenommen für

Atmosph. Luft . .	0,2377	Kohlenoxyd . .	0,2479
Sauerstoff	0,2182	Chlor	0,1214
Wasserstoff	3,4046	Stickoxydul . .	0,2238
Stickstoff	0,2440	Kohlensäure . .	0,2164
Stickoxyd	0,2315	Wasserdampf .	0,4750.

Es braucht also ein gewisses Gewichtsquantum Wasserdampf zu seiner Erhitzung fast genau doppelt soviel Wärme als das gleiche Gewicht atmosphärischer Luft und mehr als doppelt soviel als dasselbe Gewicht Kohlensäure. Durch Zuleitung von Wasserdampf müssen daher die Verbrennungsgase merklich abgekühlt werden und der Heizeffekt muß sich verringern. Dieses haben nun die Versuche von Nöggerath auch bestätigt. Bei diesen Versuchen wurde, wie es öfters geschieht, ein mit Wasser gefülltes Gefäß unter den Rost gestellt. Die durch die Rostöffnungen fallende Asche und die glühenden Cokesstückchen bewirkten dann eine Verdampfung des Wassers. Nöggerath beobachtete nun, wie durch den Zutritt des Wasserdampfes die Flamme im Herdraume bedeutend verstärkt wurde, eine Erscheinung, welche von erfahrenen Technikern schon längst beobachtet worden ist und die wohl die ursprüngliche Veranlassung zu der besprochenen irrigen Meinung gewesen ist. Die Roststäbe wurden bei Anwendung des Wassergefäßes nicht glühend, wie es sonst der Fall war. Was nun den Heizeffekt betrifft, so nahm derselbe um 12,6 Procent ab, wenn keine Feuerbrücke vorhanden war, dagegen um 20 Procent bei Anwesenheit einer solchen. Der größere

Wärmeverlust im letzteren Falle rührt wohl davon her, daß die Feuerbrücke eine innigere Mengung des Wasserdampfes mit den Verbrennungsgasen und daher eine bessere Erhitzung des Wasserdampfes bewirkt. Letzterer geht wahrscheinlich zum größten Theile ohne sich vorher zu zersetzen fort, ein kleiner Theil wird aber zersetzt und die Wiederverbrennung des Wasserstoffes bewirkt eben die Vergrößerung der Flamme.

Wenn man es also dennoch vielfach in der Praxis vortheilhaft findet, Wasserdampf zur Feuerung zu leiten, so erzielt man dadurch wohl nur eine zweckmäßigere Vertheilung der Wärme. In Gasanstalten z. B., deren Retorten mit Cokes geheizt werden, pflegt man Wassergefäße im Aschenfalle aufzustellen, einestheils um die Roststäbe und die Wandungen des Feuerraumes vor dem Ausbrennen zu schützen, anderntheils um eine längere Flamme zu erzeugen, die auch noch die oberen Retorten zu umspülen vermag.

In neuerer Zeit ist die Aufmerksamkeit der Pyrotechniker vielfach auf die Gasfeuerung gelenkt werden. Es ist damit nicht die Verwendung des gewöhnlichen Leuchtgases als Brennmaterial für technische Zwecke gemeint, sondern ein Verfahren, bei welchem man die Brennmaterialien erst einer trockenen Destillation unterwirft, die erhaltenen brennbaren Gase dann an den Ort leitet, wo die größte Hitze erzeugt werden soll, sie dort mit dem richtigen Quantum Luft mischt und verbrennt. Im Ganzen ist die Gasfeuerung bis jetzt mehr für metallurgische Zwecke, für die Glasfabrikation u. s. w., weniger für Dampfkessel in Anwendung gekommen; allein es ist nicht daran zu zweifeln, daß es auch hier gelingen wird, sie mit Vortheil anzuwenden. Theilweise beruht übrigens, wie man leicht bemerkt, die oben erwähnte Freudenthal-Daelen'sche Heizanlage auf demselben Principe. Bei allen zweckmäßig angelegten Gasfeuerungen kann man durch genaue Regulirung des Luftzutrittes zu dem brennenden Gase den Verbrennungsproceß besser und sicherer leiten als sonst und eine weit vollkommenere, rauchfreie Verbrennung bewirken; in Folge dessen wird auch immer bedeutend an Kohlen gespart.

Die specielle Einrichtung der Gasöfen ist sehr verschieden nach der Beschaffenheit des Brennmateriales. Bei allen aber wird der Brennstoff so hoch über den Rost aufgeschüttet, daß

die Flamme denselben nicht durchdringen kann, und daß nur auf dem Roste selbst das Brennmaterial zu Wasser und Kohlensäure verbrennt. Die Kohlensäure wird nun genöthigt durch die starke Schicht der weiter oben liegenden glühenden Kohlen zu streichen, und wird dort in Kohlenoxydgas verwandelt; dieses wird beim Durchgange durch die höheren Brennstoffschichten mit den Kohlenwasserstoffgasen gemischt, die dort durch Zersetzung des Brennmateriales gebildet worden sind, und dieses ganze Gasgemisch wird nun dahin geleitet, wo man es verbrennen will.

Soll die Verbrennung der Gase recht vollständig von statten gehen, so muß ihnen die nöthige Luft in stark erhitztem Zustande zugeführt werden. Zu diesem Zwecke dienen die Siemens'schen Regeneratoren, welche in England und Frankreich namentlich für Glashütten, in neuerer Zeit aber auch für Schweißöfen, Gußstahlschmelzöfen u. s. w. sich sehr brauchbar erwiesen haben. Es sind diese Regeneratoren Räume, welche gitterförmig mit feuerfesten Steinen ausgesetzt sind, die durch abziehende Verbrennungsprodukte zum Glühen erhitzt werden, worauf man die zur Verbrennung dienende Luft durch sie leitet um ihr die nöthige Temperatur zu ertheilen. Es sind natürlich zwei Regeneratoren nöthig, welche abwechselnd durch die abziehenden Verbrennungsprodukte geheizt werden und ihre Wärme wieder an die Luft abgeben, welche nach dem Verbrennungsraume geleitet wird.

Indem wir nun im Folgenden vorzugsweise die Benutzung der Wärme durch die Dampfmaschine ins Auge fassen, wenden wir uns zunächst zu einigen Bemerkungen über

neuere Dampfkesselconstruktionen.

In neuerer Zeit sind für den kleinen Gewerbsbetrieb vielfach transportable Dampfmaschinen von 2 bis 6 Pferdekräften in Anwendung gekommen, bei denen Kessel und Betriebsmaschine ein Ganzes bilden, welches, ohne daß es wie eine Locomobile auf Rädern ruht, leicht an jeden beliebigen Ort geschafft und dort in Thätigkeit gesetzt werden kann. Die meisten derartigen Maschinen besitzen Kessel mit aufrecht stehenden Röhren, die allerdings für manche Zwecke ganz brauchbar, für den kleinen Gewerbebetrieb gerade aber weniger

passend sind, weil sie zu theuer, schwer zu reinigen und unbequem zu repariren sind. Für diesen Zweck hat Rühlmann die Dampfkessel von Hermann Lachapelle u. Glover in Paris empfohlen, welche bereits seit mehreren Jahren sich bewährt haben. Ein solcher Kessel besteht aus zwei concentrischen vertikalen Cylindern; in dem inneren, niedrigeren befindet sich die Feuerungsanlage. Der Feuerraum wird von drei weiten horizontalen Röhren durchzogen, welche in verschiedenen Höhen angebracht sind und Winkel von 60 Grad mit einander bilden. Bei aufmerksamen Betriebe enthalten diese Röhren stets Wasser; sie sind leicht zu reinigen, weil sie sehr weit sind und weil für jede derselben am äußeren Cylinder ein Mannloch angebracht ist.

Bemerkenswerth ist ferner der Field'sche Kessel, welchen die Firma Merryweather u. Söhne in London mit gutem Erfolge an ihren rühmlichst bekannten Dampfspritzen in Anwendung gebracht hat. Die Haupteigenthümlichkeit dieses Kessels besteht in einer Menge von Röhren, die aus dem Wasserraume des Kessels in den Feuerraum herabhängen und in denen das Wasser rasch zur Verdampfung gebracht wird. Damit aber in jeder solchen Röhre eine regelmäßige Cirkulation des Wassers eintritt, das kalte Wasser in der Mitte niedersinkt, das erhitzte dagegen an der äußeren Wand der Röhre aufsteigt, ist in jeder der Röhren noch eine engere unten offene und nicht ganz den Boden erreichende, oben aber sich trichterförmig erweiternde und in den Wasserraum des Kessels hineinragende Röhre angebracht. Auf diese Weise wird das Wasser in dünnen, rasch cirkulirenden Strömen der höchsten Hitze des Feuerraumes ausgesetzt und sehr schnell erhitzt und in Dampf verwandelt. Die Röhren, welche nur an dem einen Ende befestigt sind, haben einen großen Vorzug vor den an beiden Enden befestigten Röhren der gewöhnlichen Röhrenkessel, sie können sich nämlich ungehindert ausdehnen und sind in Folge dessen dem Lecken weniger ausgesetzt. Auch das Einsetzen dieser Röhren geht sehr leicht von statten, wodurch einestheils die Anschaffungskosten vermindert, anderntheils etwaige Repraturen weniger schwierig und aufhältlich gemacht werden.

Die specielle Anordnung der Röhren ist natürlich je

nach der Beschaffenheit und Bestimmung des Kessels eine verschiedene. Für stationäre Maschinen gibt Field dem Kessel die Form eines aufrecht stehenden Cylinders. Der innere liegende, gleichfalls cylindrische Feuerraum ist mit einem ringförmigen Wasserraume umgeben. Aus dem über dem Feuerraume liegenden Theile des Wasserraumes ragen nun die Röhren in den Feuerraum hinab; sie sind alle gleich lang und es ist dafür Sorge getragen, daß sie vom Feuer und den heißen Verbrennungsgasen gehörig umspült werden. Bei den Kesseln der Dampfspritzen würde ein solche Einrichtung zu schwer sein; deshalb kommt hier der den Feuerraum ringförmig umgebende Theil des Wasserraumes in Wegfall. Derselbe wird aber zum größten Theile dadurch ersetzt, daß die am Rande angebrachten Röhren sehr lang sind und dicht bei einander stehen, so daß sie fast einen zusammenhängenden Wassermantel bilden. Sehr vortheilhaft sollen die Field'schen Röhren bei Schiffskesseln sein, ebenso lassen sie sich auch bei Cornwallkesseln leicht und mit Vortheil anbringen.

Als einen besonderen Vorzug rühmt man, daß diese Kessel die Absetzung von Kesselstein wenig begünstigen, was wahrscheinlich eine Folge der lebhaften Cirkulation des Wassers in ihnen ist. Fr. Wise berichtet, daß er in einem stationären Field'schen Kessel nach längerem Betriebe keinen harten, schaligen Niederschlag, sondern nur einen hellgefärbten Schlamm fand. Es waren in diesem Falle keine weiteren Vorsichtsmaßregeln getroffen worden, als daß man das Wasser vor seinem Eintritt in den Kessel erst in einen Vorwärmer treten ließ, wo sich ein Theil der Kalkverbindungen aus dem Wasser abschied, und daß man in den Kessel selbst eine unbedeutende Menge der Buck'schen Composition brachte, welche hauptsächlich aus Soda besteht.

Ersparniß an Brennmaterial und Raum, Zugänglichkeit behufs der Untersuchung und Reparatur und große Sicherheit werden als die Hauptvorzüge dieses Kessels gerühmt.

Auf demselben Grundgedanken wie der Field'sche Kessel beruht übrigens auch die Construktion, welche J. G. Marshall in Leeds sich hat patentiren lassen. Die Field'schen Röhren sind hier ersetzt durch heberförmige Röhren, oder im einfachsten Falle, durch Röhren, deren jede durch eine

fast bis zum Boden reichende Platte in zwei unten mit einander communicirende Röhren getheilt worden ist. Die eine Röhre, in welcher das kalte Wasser niedersinken soll, beginnt an der Bodenplatte des Kessels, die andere welche zum Aufsteigen des heißen Wassers und des Dampfes bestimmt ist, ist etwas länger und ragt in den Wasseraum des Kessels hinein.

Der rotirende Dampfkessel von Henry Brown, Ingenieur der Emilianoffka-Gießerei in St. Petersburg, zeichnet sich durch geringen Raum bei großer Heizfläche aus. Derselbe hat in der Hauptsache die Form eines horizontalen Cylinders und ist mit halbkugelförmigen Endflächen versehen. Er ist mit einem Mauerwerk von feuerfesten Backsteinen umgeben, welches wieder durch einen Eisenmantel eingefaßt wird. Zwischen Kessel und Mauerwerk ist ein leerer Raum gelassen, damit die Flammen und die heißen Verbrennungsgase den Kessel allseitig umspülen können. Unter dem Kessel befinden sich zwei Feuerungen, die Feuerthüren sind an der einen Seite des Mantels angebracht.

Der Kessel ist nun an beiden Enden mittels gußeiserner hohler Zapfen aufgehängt, an denen ausgedrehte Ringe stecken, welche in besonderen Lagern ruhen. An den Ring auf der einen Seite ist ein gezahnter Kranz angegossen, der über das Lager hervorragt und in welchen eine Schraube ohne Ende eingreift. Letztere wird durch eine besondere kleine Dampfmaschine, die zugleich die Speisung des Kessels besorgt, in Bewegung gesetzt und dadurch der Kessel um seine Achse gedreht. Durch den einen Zapfen ist nun mittels einer Stopfbüchse das Dampfrohr und das Speiserohr geleitet von denen das erstere inwendig, in dem halbkugelförmigen Theile des Kessels nach oben, letzteres nach unten geht; durch den Zapfen am anderen Ende dagegen geht ein weites Rohr, durch welches die Feuergase nach dem Schornsteine entweichen. Um indessen diese Bemerkung verstehen und einsehen zu können, wie die Verbrennungsgase überhaupt in das Innere des Kessels gelangen können, müssen wir dessen Einrichtung näher betrachten. Es ist nämlich der mittlere, cylinderförmige Theil des Kessels durch Platten von U förmigem Querschnitt in eine Anzahl Längskammern getheilt, deren Scheidewände ra-

dial stehen. Je zwei solche Platten lassen nun zwischen sich in radialer Richtung einen Zwischenraum (etwa so wie die beiden Buchstaben UU) und jedem solchen Zwischenraume entspricht in der äußeren cylindrischen Wand des Kessels ein Schlitz. Durch diese Schlitze können also die Verbrennungsgase in die Zwischenräume zwischen den einzelnen Abtheilungen treten. Innen, in der Längsachse des Kessels, vereinigen sich diese Zwischenräume zu einem einzigen Canale, der auf der einen Seite durch eine Platte geschlossen ist, auf der anderen aber sich an das schon erwähnte Rohr anschließt, welches nach dem Schornsteine führt. Die Zwischenräume zwischen den einzelnen Abtheilungen sind natürlich nach den beiden halbkugelförmigen Enden des Kessels hin ebenfalls durch Platten geschlossen. Das Wasser soll im Kessel bis zur Mitte stehen; sein Stand wird durch die Angabe eines Schwimmers sichtbar gemacht, von welchen aus eine Stange durch das feststehende Dampfrohr nach außen geht.

Der vertikale Dampfkessel von Robert W. Thomson in Edinburg hat die Form eines aufrecht stehenden Cylinders. Im Innern desselben befindet sich der ebenso gestaltete, an den Seiten mit Wasser umgebene und oben mit Wasser bedeckte Feuerraum. Am Umfange der Deckplatte des letzteren sind eine Anzahl Heizröhren im Kreise aufgestellt, durch welche die Verbrennungsgase nach dem Schornsteine entweichen können. In der mittleren kreisförmigen Oeffnung der Deckplatte aber ist ein am besten aus Kupfer anzufertigendes Gefäß befestigt, welches ungefähr die Form eines gewöhnlichen, zum Küchengebrauche bestimmten Kessels hat, nur daß seine nach unten convexe Fläche einen größeren Theil einer Kugelfläche bildet, als die Hälfte. Dieses Gefäß giebt eine sehr wirksame Heizfläche. Bei Versuchen welche mit einen solchen Kessel angestellt wurden, ergab sich eine Verdampfung von 5 Pfund Wasser auf 1 Pfund Kohle, was für vertikale Kessel ein sehr befriedigendes Resultat ist, wenn man beachtet, daß die gebrauchte Kohle gewöhnliche harte schottische war; auf einen Cubikfuß stündlich verdampftes Wasser kamen 3 Cubikfuß Heizfläche, während man sonst bei vertikalen Kesseln 8 bis 9 Cubikfuß rechnet.

Indem wir uns nunmehr zur Beschreibung einiger neuen

Sicherheitsapparate für Dampfkessel

wenden, erwähnen wir zuerst den Speiseruser von Schäffer und Budenberg in Buckau bei Magdeburg. Es ist dieses eine bereits durch den Gebrauch bewährte Vorrichtung, durch welche der Wärter auf einen zu niedrigen Stand des Wassers im Kessel aufmerksam gemacht wird. Ein Schwimmer ist mit einem Kugelventile in Verbindung gesetzt, so daß dieses sich öffnet, wenn der Wasserstand zu tief sinkt. Auf diese Art kann ein Dampfstrahl austreten, der dann eine gewöhnliche Dampfpfeife in Thätigkeit bringt und so ein deutlich vernehmbares Signal giebt. Der ganze Apparat ist sehr einfach und dauerhaft.

Weit complicirter ist der von einem Amerikaner, Peter Riordan, vorgeschlagene combinirte Sicherheitsapparat, welcher gleichzeitig als Sicherheitsventil, Manometer, Wasserstandszeiger und Speiseruser wirkt. Um sich von diesem Apparate eine Vorstellung zu machen denke man sich eine vertikale cylindrische Röhre, welche unten enger ist als oben, und in dieser zwei Kolben von verschiedener Größe, den einen im weiteren und den anderen im engeren Theile beweglich, welche durch eine durch beide hindurchgehende hohle Kolbenstange verbunden sind, die oben mittels Stopfbüchse durch den Deckel des Cylinders geht. Der ganze Apparat wird so an dem Kessel befestigt, daß der Dampf oberhalb des großen und unterhalb des kleinen Kolbens eintreten kann, während der Boden des Cylinders mit dem Wasserraume communicirt. Aus dem Drucke, den der Dampf auf die beiden Kolben ausübt, resultirt nun ein nach unten gerichteter Gesammtdruck, welcher dem Unterschiede beider Kolbenflächen proportional ist; dieser Druck wird zum Niederhalten des Sicherheitsventiles benutzt. Zu dem Zwecke ist die erwähnte Kolbenstange mit dem Hebelarme des Sicherheitsventiles verbunden, und es ist nun die Differenz der beiden Kolbenflächen so zu wählen, daß der dieser Differenz entsprechende Maximaldruck vermehrt um das Gewicht der am Hebel des Ventiles lastenden Theile des Apparates gleich dem Gewichte ist, welches eigentlich am langen Hebelarme aufzuhängen wäre, um das Ventil niederzudrücken. Ist z. B. das

letztere 50 Pfund und beträgt das Gewicht der Kolben u. s. w. 5 Pfund, so muß der Maximaldruck auf die Kolben 25 Pfund betragen. Wenn nun der Maximaldruck für den Quadratzoll gleich 50 Pfund ist, so wird man den oberen Kolben um $^1/_2$ Quadratzoll größer machen als den untern. So lange der Dampfdruck im Kessel nicht mehr als 50 Pfund beträgt, wird das Sicherheitsventil niedergedrückt, bei höherem Drucke aber hebt es sich.

Ferner befinden sich über dem oberen Kolben ein Paar Oeffnungen in der hohlen Kolbenstange, so daß der Dampf in das Innere derselben treten kann. Dort wirkt er auf einen Kolben, der durch eine Spiralfeder niedergedrückt wird und dessen Bewegung an einem Zifferblatte auf gewöhnliche Weise mittels Zahnstange und Zahnräder sichtbar gemacht wird. Hier hat man also das Manometer. Geht dieser Kolben zu hoch, so macht er ein Paar, gewöhnlich auf seiner Oberseite gelegene Oeffnungen frei, durch welche der Dampf entweichen kann.

Auf dem Wasser, welches den unteren Theil des Cylinders einnimmt, ist ein Schwimmer, dessen Stand an einem Zifferblatte erkennbar ist. Bei zu niedrigem Wasserstande wird, ähnlich wie bei dem oben beschriebenen Speiserufer, dem Dampfe Zutritt zu einer gewöhnlichen Dampfpfeife gewährt.

Man erkennt aus dieser ungefähren Beschreibung, daß der Apparat in kleinem Raume verschiedene sonst getrennte Apparate vereinigt, dadurch aber allerdings etwas complicirt werden mußte.

Als eine sehr zweckmäßige, wenig Raum einnehmende und überall leicht anzubringende Vorrichtung wird der vom Ingeneur J. B. Jolly in Paris erfundene selbstthätige Regulator für die Kesselspeisung empfohlen. Dieser Apparat regulirt die Speisung des Kessels durch die Bewegung eines Ventiles, Hahnes oder Schiebers und besteht im Wesentlichen aus einem kleinen Dampfcylinder mit Kolben, welcher von dem Kessel, auf dem er angebracht ist mit Dampf gespeist wird, und dessen Kolbenstange mit dem zu regulirenden Theile, dem Ventile oder dergl., auf passende Weise verbunden ist. Der Vertheilungsschieber dieses kleinen Cylinders wird durch einen Schwimmer mittels eines Hebels bewegt,

so daß der Dampf auf der einen oder auf der andern Seite des Kolbens eintritt, je nachdem der Wasserstand zu hoch oder zu niedrig ist.

Wenn wir hiernach die Verbesserungen an den

Dampfmaschinen

selbst betrachten, so handelt es sich hierbei weniger um ganz neue Systeme dieser Maschinen, die allerdings immer auftauchen, aber freilich auch zum größten Theile rasch wieder der Vergessenheit anheimfallen, als vielmehr um die Vervollkommnung einzelner Theile, um die exactere Verrichtung einzelner Funktionen an den schon bestehenden Systemen.

In ersterer Beziehung mögen nur ein Paar von den gewöhnlichen ganz abweichende Constructionen erwähnt werden.

Die Dampfmaschine von W. C. Hicks in Newyork hat vier in Form eines Kreuzes (+) zusammengestellte Cylinder, in denen sich eben so viele einfach wirkende Kolben befinden, welche sämmtlich an einer und derselben Welle mittels Kurbel und Schubstange wirken. Diese Kolben mit Zubehör sind die einzigen beweglichen Theile der Maschine; Excentrics, Schieber u. s. w. sind nicht vorhanden. Jeder Kolben dient von der Hälfte seines Hubes an als Vertheilungsschieber für den folgenden und jeder Cylinder empfängt daher Dampf bevor der Kolben des vorhergehenden seinen Hub vollendet hat. Dadurch wird eine gleichmäßige Bewegung der Welle bewirkt. Als besondere Vorzüge dieser Anordnung werden ihre Einfachheit, leichte Reparaturfähigkeit, namentlich aber das geringere Gewicht gerühmt. Eine stationäre Hicks'sche Maschine von 18 Pferdekräften soll nur 1300 Pfund wiegen und nicht mehr als 3 Quadratfuß Grundfläche beanspruchen. In wie weit sich das System bewährt, darüber sind zur Zeit keinerlei sichere Angaben vorhanden.

Eine Rotationsdampfmaschine eigenthümlicher Construktion ist von Serkis-Ballian in Constantinopel construirt worden. Der Cylinder dieser Maschine hat einen ovalen Querschnitt und es geht die Hauptwelle durch ihn excentrisch hindurch, so daß sie die innere Wand des Cylinders an der tiefsten Stelle berührt. Diese Welle hat, soweit

sie innerhalb des Cylinders liegt, einen diametralen Schlitz, in welchem zwischen ein Paar Bronzefuttern eine Metallplatte verschiebbar angebracht ist, welche den ganzen Cylinder in zwei von einander gesonderte Kammern theilt. Läßt man nun den Dampf auf der einen Seite dieser Platte ein= und auf der andern austreten, so wird die Platte und dadurch die Hauptwelle selbst in Umdrehung gesetzt. Ob diese Construktion der Rotationsmaschine einen besseren Erfolg haben wird, als die vielen bis jetzt vorgeschlagenen, ist freilich noch zweifelhaft.

Eine vielleicht für kleinere Maschinen, zum Betriebe von Pumpen u. s. f. brauchbare Construktion hat James John Miller in Brixton ersonnen. Bei dieser Maschine wird die Steuerung durch eine kleine Drehung des mit passenden Canälen versehenen Kolbens bewirkt und es kommt deshalb der Vertheilungsschieber in Wegfall. Das Dampfzuleitungsrohr befindet sich in der Mitte des Cylinders; neben demselben, in der Richtung des Umfanges, ist auf jeder Seite eine Oeffnung für den Abfluß des Dampfes angebracht. Auf der Mantelfläche des den halben Cylinder erfüllenden Kolbens sind nun zwei Kanäle angebracht, von denen der eine mit der Vorder=, der andere aber mit der Hinterseite des Kolbens in Verbindung steht. Hat nun der Kolben eine solche Stellung, daß der erste Kanal nach dem einen Abzugs=, der andere aber nach dem Dampfzuflußrohre mündet, so tritt der Dampf auf die Hinterseite des Kolbens und entweicht von der Vorderseite. Ist dann der Kolben nahe an das Ende seines Hubes gekommen, so wird er ein wenig gedreht, so daß nunmehr der erste Kanal mit dem zweiten Abflußrohre, der zweite Kanal aber mit dem Zuflußrohre communicirt; der Dampf tritt nunmehr auf die Vorderseite des Kolbens und entweicht von der Rückseite. Die kleine Drehung des Kolbens, welche die Steuerung bewirkt, wird erzeugt durch einen an der Kolbenstange angebrachten Arm, welcher in einer am Maschinenfundamente befestigten Führung sich zu bewegen genöthigt ist.

Eine eigenthümliche Art der Condensation, die Centrifugalcondensation, hat J. Guérin in Grave lle=Have bei einer von ihm construirten Woolf'schen Dampfmaschine

mit liegenden Cylindern in Anwendung gebracht. Als Condensator wird nämlich hier das Schwungrad benutzt, dessen Nabe und Arme hohl sind. In der Mitte ist der Hohlraum von beträchtlichem Querschnitte, nach dem Radkranze hin wird er kleiner. Das Condensationswasser wird von der einen Seite in den centralen Hohlraum eingespritzt, während von der anderen Seite der Dampf eintritt. Durch die Wirkung der Centrifugalkraft werden nun Condensationswasser und Dampf von der Mitte weg in den hohlen Radarmen nach dem Umfange des Rades geschleudert, wo sich Oeffnungen für ihren Austritt befinden. Im Innern wird auf diese Art ein luftverdünnter Raum erzeugt; damit diese Verdünnung möglichst groß werde, versetzt man das Schwungrad in sehr rasche Umdrehung und ertheilt ihm zu dem Zwecke seine Bewegung durch ein besonderes Getriebe. Das Schwungrad ist mit einen Mantel von Blech umgeben, um das Wasser anzusammeln und nach der Schwungradgrube zu führen, von wo es entweder freiwillig abfließt oder weggepumpt wird. Wenn die Ausführung dieser Idee sich für Dampfmaschinen mit Condensation bewährt, so dürfte die Einführung des abziehenden Dampfes in ein hohles, rasch rotirendes Schwungrad auch bei Maschinen ohne Condensation ein gutes Mittel zur Verminderung des Gegendruckes sein.

Von großer Wichtigkeit rücksichtlich der Dampfersparniß und des gleichmäßigen Ganges der Maschine dürfte die Expansionsvorrichtung von Bonsack, Hansen und Comp. in Gotha sein. Bekanntlich besteht die Aufgabe, die hier zu lösen ist, darin, den Dampfzutritt so zu reguliren, daß derselbe nicht während der ganzen Dauer des Hubes des Kolbens erfolgt, damit der bereits eingetretene Dampf Zeit habe zu expandiren und in Folge dessen den Kolben vollends bis ans Ende seiner Bahn zu schieben. Die Regulirung der Expansion wird nun entweder von dem Wärter der Maschine besorgt, so daß also wenn die Einstellung des betreffenden Apparates stattgefunden hat, der Dampfzutritt immer an derselben Stelle des Hubes beginnt und aufhört, oder die Maschine rugulirt die Expansion selbst. Letzteres Verfahren ist jedenfalls im Principe vorzuziehen, weil es die Dampfersparniß und den gleichmäßigen Gang der Masthine nicht von der

größeren oder geringeren Aufmerksamkeit des Wärters abhängig macht. Indessen hat von den verschiedenen zu diesem Zwecke in Vorschlag gebrachten Steuerungen fast nur die von Meier in Mühlhausen vor etwa anderthalb Decennien angegebene sich in Deutschland Eingang verschafft. Jedoch hat dieselbe noch einige Unvollkommenheiten, namentlich ist das Schlagen des vom Regulator bewegten Ventiles lästig, das Ventil selbst sowie der zur Steuerung dienende Konus sind der raschen Abnutzung ausgesetzt u. a. Vollkommener ist allerdings die Steuerung der Corliß-Maschine, diese hat aber wegen der Complicirtheit ihres Mechanismus auf dem Continente noch wenig Eingang gefunden. Das Wesen der Expansionsvorrichtung von Bonsack, Hansen u. Comp. besteht nun darin, daß 1. der in den Schieberkasten und Cylinder einströmende Dampf vorher durch ein Ventil oder einen Schieber gehen muß, welcher von der Maschine selbst bei Beginn jedes Kolbenhubes geöffnet, kürzere oder längere Zeit vor Beendigung des Hubes aber geschlossen wird, und daß 2. der Mechanismus, welcher das Oeffnen des erwähnten Schiebers oder Ventiles besorgt, je nach der jedesmaligen Geschwindigkeit der Maschine früher oder später ausgerückt und geschlossen und dadurch dem Dampfe der Weg nach dem Cylinder abgeschnitten wird. Bei normaler Geschwindigkeit rückt der Regulator den erwähnten Mechanismus an einer gewissen Stelle des Hubes aus, die Maschine arbeitet also mit einem bestimmten Grade der Expansion. Bei schnellerem Gange tritt diese Ausrückung eher ein, der Kolben muß einen größeren Theil seines Hubes durch die blose Expansion zurücklegen und mit diesem höheren Expansionsgrade arbeitet die Maschine so lange, bis die Geschwindigkeit auf die normale Größe herabgesunken ist. Dagegen tritt bei zu langsamen Gange diese Ausrückung später ein, der Expansionsgrad wird geringer und die Geschwindigkeit wächst. Diese Wirkung ist nun bei der fraglichen Einrichtung durch folgende Mechanismen erreicht. Von der Kurbelwelle der Dampfmaschine wird eine zweite horizontale Welle durch konische Räder in Bewegung gesetzt, welche ihrerseits wieder die Spindel des Kugelregulators treibt. An dem Ende dieser Welle ist eine Scheibe A aufgekeilt, welche zwei diametral gegenüberstehende

fast bis zum Boden reichende Platte in zwei unten mit einander communicirende Röhren getheilt worden ist. Die eine Röhre, in welcher das kalte Wasser niedersinken soll, beginnt an der Bodenplatte des Kessels, die andere welche zum Aufsteigen des heißen Wassers und des Dampfes bestimmt ist, ist etwas länger und ragt in den Wasseraum des Kessels hinein.

Der rotirende Dampfkessel von Henry Brown, Ingenieur der Emilianofka-Gießerei in St. Petersburg, zeichnet sich durch geringen Raum bei großer Heizfläche aus. Derselbe hat in der Hauptsache die Form eines horizontalen Cylinders und ist mit halbkugelförmigen Endflächen versehen. Er ist mit einem Mauerwerk von feuerfesten Backsteinen umgeben, welches wieder durch einen Eisenmantel eingefaßt wird. Zwischen Kessel und Mauerwerk ist ein leerer Raum gelassen, damit die Flammen und die heißen Verbrennungsgase den Kessel allseitig umspülen können. Unter dem Kessel befinden sich zwei Feuerungen, die Feuerthüren sind an der einen Seite des Mantels angebracht.

Der Kessel ist nun an beiden Enden mittels gußeiserner hohler Zapfen aufgehängt, an denen ausgedrehte Ringe stecken, welche in besonderen Lagern ruhen. An den Ring auf der einen Seite ist ein gezahnter Kranz angegossen, der über das Lager hervorragt und in welchen eine Schraube ohne Ende eingreift. Letztere wird durch eine besondere kleine Dampfmaschine, die zugleich die Speisung des Kessels besorgt, in Bewegung gesetzt und dadurch der Kessel um seine Achse gedreht. Durch den einen Zapfen ist nun mittels einer Stopfbüchse das Dampfrohr und das Speiserohr geleitet von denen das erstere inwendig, in dem halbkugelförmigen Theile des Kessels nach oben, letzteres nach unten geht; durch den Zapfen am anderen Ende dagegen geht ein weites Rohr, durch welches die Feuergase nach dem Schornsteine entweichen. Um indessen diese Bemerkung verstehen und einsehen zu können, wie die Verbrennungsgase überhaupt in das Innere des Kessels gelangen können, müssen wir dessen Einrichtung näher betrachten. Es ist nämlich der mittlere, cylinderförmige Theil des Kessels durch Platten von U förmigem Querschnitt in eine Anzahl Längskammern getheilt, deren Scheidewände ra-

dial stehen. Je zwei solche Platten lassen nun zwischen sich in radialer Richtung einen Zwischenraum (etwa so wie die beiden Buchstaben UU) und jedem solchen Zwischenraume entspricht in der äußeren cylindrischen Wand des Kessels ein Schlitz. Durch diese Schlitze können also die Verbrennungsgase in die Zwischenräume zwischen den einzelnen Abtheilungen treten. Innen, in der Längsachse des Kessels, vereinigen sich diese Zwischenräume zu einem einzigen Canale, der auf der einen Seite durch eine Platte geschlossen ist, auf der anderen aber sich an das schon erwähnte Rohr anschließt, welches nach dem Schornsteine führt. Die Zwischenräume zwischen den einzelnen Abtheilungen sind natürlich nach den beiden halbkugelförmigen Enden des Kessels hin ebenfalls durch Platten geschlossen. Das Wasser soll im Kessel bis zur Mitte stehen; sein Stand wird durch die Angabe eines Schwimmers sichtbar gemacht, von welchen aus eine Stange durch das feststehende Dampfrohr nach außen geht.

Der vertikale Dampfkessel von Robert W. Thomson in Edinburg hat die Form eines aufrecht stehenden Cylinders. Im Innern desselben befindet sich der ebenso gestaltete, an den Seiten mit Wasser umgebene und oben mit Wasser bedeckte Feuerraum. Am Umfange der Deckplatte des letzteren sind eine Anzahl Heizröhren im Kreise aufgestellt, durch welche die Verbrennungsgase nach dem Schornsteine entweichen können. In der mittleren kreisförmigen Oeffnung der Deckplatte aber ist ein am besten aus Kupfer anzufertigendes Gefäß befestigt, welches ungefähr die Form eines gewöhnlichen, zum Küchengebrauche bestimmten Kessels hat, nur daß seine nach unten convexe Fläche einen größeren Theil einer Kugelfläche bildet, als die Hälfte. Dieses Gefäß giebt eine sehr wirksame Heizfläche. Bei Versuchen welche mit einen solchen Kessel angestellt wurden, ergab sich eine Verdampfung von 5 Pfund Wasser auf 1 Pfund Kohle, was für vertikale Kessel ein sehr befriedigendes Resultat ist, wenn man beachtet, daß die gebrauchte Kohle gewöhnliche harte schottische war; auf einen Cubikfuß stündlich verdampftes Wasser kamen 3 Cubikfuß Heizfläche, während man sonst bei vertikalen Kesseln 8 bis 9 Cubikfuß rechnet.

Indem wir uns nunmehr zur Beschreibung einiger neuen

Sicherheitsapparate für Dampfkessel

wenden, erwähnen wir zuerst den Speiseruser von Schäffer und Budenberg in Buckau bei Magdeburg. Es ist dieses eine bereits durch den Gebrauch bewährte Vorrichtung, durch welche der Wärter auf einen zu niedrigen Stand des Wassers im Kessel aufmerksam gemacht wird. Ein Schwimmer ist mit einem Kugelventile in Verbindung gesetzt, so daß dieses sich öffnet, wenn der Wasserstand zu tief sinkt. Auf diese Art kann ein Dampfstrahl austreten, der dann eine gewöhnliche Dampfpfeife in Thätigkeit bringt und so ein deutlich vernehmbares Signal giebt. Der ganze Apparat ist sehr einfach und dauerhaft.

Weit complicirter ist der von einem Amerikaner, Peter Riordan, vorgeschlagene combinirte Sicherheitsapparat, welcher gleichzeitig als Sicherheitsventil, Manometer, Wasserstandszeiger und Speiseruser wirkt. Um sich von diesem Apparate eine Vorstellung zu machen denke man sich eine vertikale cylindrische Röhre, welche unten enger ist als oben, und in dieser zwei Kolben von verschiedener Größe, den einen im weiteren und den anderen im engeren Theile beweglich, welche durch eine durch beide hindurchgehende hohle Kolbenstange verbunden sind, die oben mittels Stopfbüchse durch den Deckel des Cylinders geht. Der ganze Apparat wird so an dem Kessel befestigt, daß der Dampf oberhalb des großen und unterhalb des kleinen Kolbens eintreten kann, während der Boden des Cylinders mit dem Wasserraume communicirt. Aus dem Drucke, den der Dampf auf die beiden Kolben ausübt, resultirt nun ein nach unten gerichteter Gesammtdruck, welcher dem Unterschiede beider Kolbenflächen proportional ist; dieser Druck wird zum Niederhalten des Sicherheitsventiles benutzt. Zu dem Zwecke ist die erwähnte Kolbenstange mit dem Hebelarme des Sicherheitsventiles verbunden, und es ist nun die Differenz der beiden Kolbenflächen so zu wählen, daß der dieser Differenz entsprechende Maximaldruck vermehrt um das Gewicht der am Hebel des Ventiles lastenden Theile des Apparates gleich dem Gewichte ist, welches eigentlich am langen Hebelarme aufzuhängen wäre, um das Ventil niederzudrücken. Ist z. B. das

letztere 50 Pfund und beträgt das Gewicht der Kolben u. s. w. 5 Pfund, so muß der Maximaldruck auf die Kolben 25 Pfund betragen. Wenn nun der Maximaldruck für den Quadratzoll gleich 50 Pfund ist, so wird man den oberen Kolben um $^1/_2$ Quadratzoll größer machen als den untern. So lange der Dampfdruck im Kessel nicht mehr als 50 Pfund beträgt, wird das Sicherheitsventil niedergedrückt, bei höherem Drucke aber hebt es sich.

Ferner befinden sich über dem oberen Kolben ein Paar Oeffnungen in der hohlen Kolbenstange, so daß der Dampf in das Innere derselben treten kann. Dort wirkt er auf einen Kolben, der durch eine Spiralfeder niedergedrückt wird und dessen Bewegung an einem Zifferblatte auf gewöhnliche Weise mittels Zahnstange und Zahnräder sichtbar gemacht wird. Hier hat man also das Manometer. Geht dieser Kolben zu hoch, so macht er ein Paar, gewöhnlich auf seiner Oberseite gelegene Oeffnungen frei, durch welche der Dampf entweichen kann.

Auf dem Wasser, welches den unteren Theil des Cylinders einnimmt, ist ein Schwimmer, dessen Stand an einem Zifferblatte erkennbar ist. Bei zu niedrigem Wasserstande wird, ähnlich wie bei dem oben beschriebenen Speiserufer, dem Dampfe Zutritt zu einer gewöhnlichen Dampfpfeife gewährt.

Man erkennt aus dieser ungefähren Beschreibung, daß der Apparat in kleinem Raume verschiedene sonst getrennte Apparate vereinigt, dadurch aber allerdings etwas complicirt werden mußte.

Als eine sehr zweckmäßige, wenig Raum einnehmende und überall leicht anzubringende Vorrichtung wird der vom Ingeneur J. B. Jolly in Paris erfundene selbstthätige Regulator für die Kesselspeisung empfohlen. Dieser Apparat regulirt die Speisung des Kessels durch die Bewegung eines Ventiles, Hahnes oder Schiebers und besteht im Wesentlichen aus einem kleinen Dampfcylinder mit Kolben, welcher von dem Kessel, auf dem er angebracht ist mit Dampf gespeist wird, und dessen Kolbenstange mit dem zu regulirenden Theile, dem Ventile oder dergl., auf passende Weise verbunden ist. Der Vertheilungsschieber dieses kleinen Cylinders wird durch einen Schwimmer mittels eines Hebels bewegt,

so daß der Dampf auf der einen oder auf der andern Seite des Kolbens eintritt, je nachdem der Wasserstand zu hoch oder zu niedrig ist.

Wenn wir hiernach die Verbesserungen an den

Dampfmaschinen

selbst betrachten, so handelt es sich hierbei weniger um ganz neue Systeme dieser Maschinen, die allerdings immer auftauchen, aber freilich auch zum größten Theile rasch wieder der Vergessenheit anheimfallen, als vielmehr um die Vervollkommnung einzelner Theile, um die exactere Verrichtung einzelner Funktionen an den schon bestehenden Systemen.

In ersterer Beziehung mögen nur ein Paar von den gewöhnlichen ganz abweichende Construktionen erwähnt werden.

Die Dampfmaschine von W. C. Hicks in Newyork hat vier in Form eines Kreuzes (+) zusammengestellte Cylinder, in denen sich eben so viele einfach wirkende Kolben befinden, welche sämmtlich an einer und derselben Welle mittels Kurbel und Schubstange wirken. Diese Kolben mit Zubehör sind die einzigen beweglichen Theile der Maschine; Excentrics, Schieber u. s. w. sind nicht vorhanden. Jeder Kolben dient von der Hälfte seines Hubes an als Vertheilungsschieber für den folgenden und jeder Cylinder empfängt daher Dampf bevor der Kolben des vorhergehenden seinen Hub vollendet hat. Dadurch wird eine gleichmäßige Bewegung der Welle bewirkt. Als besondere Vorzüge dieser Anordnung werden ihre Einfachheit, leichte Reparaturfähigkeit, namentlich aber das geringere Gewicht gerühmt. Eine stationäre Hicks'sche Maschine von 18 Pferdekräften soll nur 1300 Pfund wiegen und nicht mehr als 3 Quadratfuß Grundfläche beanspruchen. In wie weit sich das System bewährt, darüber sind zur Zeit keinerlei sichere Angaben vorhanden.

Eine Rotationsdampfmaschine eigenthümlicher Construktion ist von Serkis-Ballian in Constantinopel construirt worden. Der Cylinder dieser Maschine hat einen ovalen Querschnitt und es geht die Hauptwelle durch ihn excentrisch hindurch, so daß sie die innere Wand des Cylinders an der tiefsten Stelle berührt. Diese Welle hat, soweit

sie innerhalb des Cylinders liegt, einen diametralen Schlitz, in welchem zwischen ein Paar Bronzefuttern eine Metallplatte verschiebbar angebracht ist, welche den ganzen Cylinder in zwei von einander gesonderte Kammern theilt. Läßt man nun den Dampf auf der einen Seite dieser Platte ein- und auf der andern austreten, so wird die Platte und dadurch die Hauptwelle selbst in Umdrehung gesetzt. Ob diese Construktion der Rotationsmaschine einen besseren Erfolg haben wird, als die vielen bis jetzt vorgeschlagenen, ist freilich noch zweifelhaft.

Eine vielleicht für kleinere Maschinen, zum Betriebe von Pumpen u. s. f. brauchbare Construktion hat James John Miller in Brixton ersonnen. Bei dieser Maschine wird die Steuerung durch eine kleine Drehung des mit passenden Canälen versehenen Kolbens bewirkt und es kommt deshalb der Vertheilungsschieber in Wegfall. Das Dampfzuleitungsrohr befindet sich in der Mitte des Cylinders; neben demselben, in der Richtung des Umfanges, ist auf jeder Seite eine Oeffnung für den Abfluß des Dampfes angebracht. Auf der Mantelfläche des den halben Cylinder erfüllenden Kolbens sind nun zwei Kanäle angebracht, von denen der eine mit der Vorder-, der andere aber mit der Hinterseite des Kolbens in Verbindung steht. Hat nun der Kolben eine solche Stellung, daß der erste Kanal nach dem einen Abzugs-, der andere aber nach dem Dampfzuflußrohre mündet, so tritt der Dampf auf die Hinterseite des Kolbens und entweicht von der Vorderseite. Ist dann der Kolben nahe an das Ende seines Hubes gekommen, so wird er ein wenig gedreht, so daß nunmehr der erste Kanal mit dem zweiten Abflußrohre, der zweite Kanal aber mit dem Zuflußrohre communicirt; der Dampf tritt nunmehr auf die Vorderseite des Kolbens und entweicht von der Rückseite. Die kleine Drehung des Kolbens, welche die Steuerung bewirkt, wird erzeugt durch einen an der Kolbenstange angebrachten Arm, welcher in einer am Maschinenfundamente befestigten Führung sich zu bewegen genöthigt ist.

Eine eigenthümliche Art der Condensation, die Centrifugalcondensation, hat J. Guérin in Gravelle-Have bei einer von ihm construirten Woolf'schen Dampfmaschine

mit liegenden Cylindern in Anwendung gebracht. Als Condensator wird nämlich hier das Schwungrad benutzt, dessen Nabe und Arme hohl sind. In der Mitte ist der Hohlraum von beträchtlichem Querschnitte, nach dem Radkranze hin wird er kleiner. Das Condensationswasser wird von der einen Seite in den centralen Hohlraum eingespritzt, während von der anderen Seite der Dampf eintritt. Durch die Wirkung der Centrifugalkraft werden nun Condensationswasser und Dampf von der Mitte weg in den hohlen Radarmen nach dem Umfange des Rades geschleudert, wo sich Oeffnungen für ihren Austritt befinden. In Innern wird auf diese Art ein luftverdünnter Raum erzeugt; damit diese Verdünnung möglichst groß werde, versetzt man das Schwungrad in sehr rasche Umdrehung und ertheilt ihm zu dem Zwecke seine Bewegung durch ein besonderes Getriebe. Das Schwungrad ist mit einen Mantel von Blech umgeben, um das Wasser anzusammeln und nach der Schwungradgrube zu führen, von wo es entweder freiwillig abfließt oder weggepumpt wird. Wenn die Ausführung dieser Idee sich für Dampfmaschinen mit Condensation bewährt, so dürfte die Einführung des abziehenden Dampfes in ein hohles, rasch rotirendes Schwungrad auch bei Maschinen ohne Condensation ein gutes Mittel zur Verminderung des Gegendruckes sein.

Von großer Wichtigkeit rücksichtlich der Dampfersparniß und des gleichmäßigen Ganges der Maschine dürfte die Expansionsvorrichtung von Bonsack, Hansen und Comp. in Gotha sein. Bekanntlich besteht die Aufgabe, die hier zu lösen ist, darin, den Dampfzutritt so zu reguliren, daß derselbe nicht während der ganzen Dauer des Hubes des Kolbens erfolgt, damit der bereits eingetretene Dampf Zeit habe zu expandiren und in Folge dessen den Kolben vollends bis ans Ende seiner Bahn zu schieben. Die Regulirung der Expansion wird nun entweder von dem Wärter der Maschine besorgt, so daß also wenn die Einstellung des betreffenden Apparates stattgefunden hat, der Dampfzutritt immer an derselben Stelle des Hubes beginnt und aufhört, oder die Maschine rugulirt die Expansion selbst. Letzteres Verfahren ist jedenfalls im Principe vorzuziehen, weil es die Dampfersparniß und den gleichmäßigen Gang der Maschine nicht von der

größeren oder geringeren Aufmerksamkeit des Wärters abhängig macht. Indessen hat von den verschiedenen zu diesem Zwecke in Vorschlag gebrachten Steuerungen fast nur die von Meier in Mühlhausen vor etwa anderthalb Decennien angegebene sich in Deutschland Eingang verschafft. Jedoch hat dieselbe noch einige Unvollkommenheiten, namentlich ist das Schlagen des vom Regulator bewegten Ventiles lästig, das Ventil selbst sowie der zur Steuerung dienende Konus sind der raschen Abnutzung ausgesetzt u. a. Vollkommener ist allerdings die Steuerung der Corliß-Maschine, diese hat aber wegen der Complicirtheit ihres Mechanismus auf dem Continente noch wenig Eingang gefunden. Das Wesen der Expansionsvorrichtung von Bonsack, Hausen u. Comp. besteht nun darin, daß 1. der in den Schieberkasten und Cylinder einströmende Dampf vorher durch ein Ventil oder einen Schieber gehen muß, welcher von der Maschine selbst bei Beginn jedes Kolbenhubes geöffnet, kürzere oder längere Zeit vor Beendigung des Hubes aber geschlossen wird, und daß 2. der Mechanismus, welcher das Oeffnen des erwähnten Schiebers oder Ventiles besorgt, je nach der jedesmaligen Geschwindigkeit der Maschine früher oder später ausgerückt und geschlossen und dadurch dem Dampfe der Weg nach dem Cylinder abgeschnitten wird. Bei normaler Geschwindigkeit rückt der Regulator den erwähnten Mechanismus an einer gewissen Stelle des Hubes aus, die Maschine arbeitet also mit einem bestimmten Grade der Expansion. Bei schnellerem Gange tritt diese Ausrückung eher ein, der Kolben muß einen größeren Theil seines Hubes durch die blose Expansion zurücklegen und mit diesem höheren Expansionsgrade arbeitet die Maschine so lange, bis die Geschwindigkeit auf die normale Größe herabgesunken ist. Dagegen tritt bei zu langsamen Gange diese Ausrückung später ein, der Expansionsgrad wird geringer und die Geschwindigkeit wächst. Diese Wirkung ist nun bei der fraglichen Einrichtung durch folgende Mechanismen erreicht. Von der Kurbelwelle der Dampfmaschine wird eine zweite horizontale Welle durch konische Räder in Bewegung gesetzt, welche ihrerseits wieder die Spindel des Kugelregulators treibt. An dem Ende dieser Welle ist eine Scheibe A aufgekeilt, welche zwei diametral gegenüberstehende

Stifte a und b trägt. Wenn nun die Scheibe dem Sinne der Zeiger einer Uhr entgegengesetzt rotirt, so erfaßt bei jedem Hube der rechts stehende Stift (in unserer Figur b) einen Holzklotz B und hebt ihn in die Höhe indem er an der Unterseite desselben hingeleitet. Der Klotz B sitzt an einer Stange c d, an welcher man ihn in horizontaler Richtung verschieben kann; diese Stange selbst aber ist wieder in dem Rahmen ee angebracht, welcher mit dem Klotze B zugleich gehoben wird, aber auch noch in horizontaler Richtung auf eine gleich näher anzugebende Weise beweglich ist. Der Rahmen ee steht nun mittels eines in der Figur nicht weiter angedeuteten Hebels mit dem Ventile in Verbindung, welches den Dampfzutritt regulirt, und zwar dergestallt, daß dem Dampf der Zutritt zu dem Cylinder geöffnet wird, wenn der Klotz B und damit das Ventil sich hebt, wogegen der Dampfzutritt abgeschlossen bleibt, so lange der Rahmen mit dem Klotz in der tiefsten Stellung bleibt. Es ist nun klar, daß der Klotz um so eher von dem ihn hebenden Stifte herabfallen wird, je weiter er nach rechts steht und je kürzer er ist. Bei der in der Figur gezeichneten Größe und Stellung des Klotzes z. B. würde der Klotz auf dem Stifte b liegen bleiben, bis derselbe beinahe in die diametral entgegengesetzte Lage gekommen ist. Es handelte sich also darum, bei zu großer Geschwindigkeit den Rahmen mit dem Klotz weiter nach rechts, bei zu langsamer weiter nach links zu rücken. Dieses wird durch den Winkelhebel f g bewirkt, dessen Drehpunkt in h liegt und dessen Arm g mit dem Kugelregulator der Maschine derart in Verbindung steht, daß er niedergeht bei rascherem, in die Höhe geht bei langsameren Gange der Maschine. Am anderen Schenkel f dieses Winkelhebels befindet sich ein Führungsklotz, der in einem vertikalen Schlitze des Rahmens e sich bewegt und denselben daher nach rechts oder links schiebt, je nach=

Fig. 10.

dem der Gang der Maschine zu rasch oder zu langsam ist. Der Klotz B wird übrigens für den normalen Gang der Maschine eingestellt und kann zu dem Ende mittels Stellschraube an der Stange cd befestigt werden.

Werfen wir nun, indem wir die Dampfmaschinen verlassen, einen Blick auf ihre Concurrenten,

die Heißluft- und Gaskraftmaschinen,

so sehen wir, daß namentlich die ersteren immer noch den Scharfsinn und Erfindungsgeist der Techniker beschäftigen, ohne daß es aber bisher hat gelingen wollen, eine Construktion zu ersinnen, welche den an sie gestellten Ansprüchen soweit Genüge leistete, daß sie allgemeineren Anklang fände. Bei Schiffsmaschinen, Locomotiven und größeren stationären Fabrikmaschinen ist jetzt von calorischen und Gaskraftmaschinen gar nicht mehr ernstlich die Rede, nur in den Kleingewerben, beim Bergbau und in der Hüttentechnik finden die ersteren hin und wieder Anwendung.

Noch weniger haben bis jetzt die

Ammoniakgas-Maschinen

in die Praxis Aufnahme gefunden. Das Princip besteht bei diesen Maschinen darin, daß man aus einer wässrigen Ammoniaklösung das Ammoniakgas durch Erhitzung austreibt und dann dasselbe in einer Kolbenmaschine wirken lässt, welche ebenso wie eine Dampfmaschine mit Condensation eingerichtet ist. Das Gas wird, nachdem es in dem Cylinder thätig gewesen, von kaltem Wasser absorbirt und diese Lösung neuerdings wieder zur Entwicklung von Ammoniakgas benutzt. Solche Maschinen sind in neuerer Zeit von L. Delaporte in Paris und von Alfred von Waeyenberch, Ingenieur bei Stephenson und Comp. in Newcastle on Tyne construirt worden. Bei der Maschine des letzteren wird das in dem Kessel aus der Ammoniakflüssigkeit entwickelte Gas erst wieder durch Druck und Abkühlung zu einer Flüssigkeit condensirt und aus dieser dann ein Gas von hoher Spannung entwickelt, welches zum Betrieb der Maschine dient. Waeyenberch will bei seiner Maschine, welche 8 Pferdekräfte hatte,

blos einen Kohlenconsum von $1/2$ Kilogramm für die Stunde und Pferdekraft gefunden haben, eine Angabe die allerdings noch gerechten Bedenken unterliegt.

Wir verlassen hiermit die Maschinen, bei denen die Wärme die bewegende Kraft ist und wenden nunmehr unsere Aufmerksamkeit denjenigen Mechanismen zu, bei denen die Eigenschaften des Wassers in Anwendung kommen. Der Wichtigkeit wegen betrachten wir hier zunächst

die hydraulische Presse und ihre neueren Anwendungen.

Als den Erfinder der hydraulischen Presse bezeichnet man öfters den französischen Philosophen und Mathematiker Blaise Pascal (1623—1662). In der That hat derselbe in einer erst nach seinem Tode 1663 erschienenen Schrift, Traité de l'équilibre des liqueurs, das Princip, auf welchem die Einrichtung dieses Apparates beruht mit ganzer Klarheit dargestellt und bewiesen. Er zeigt nämlich, daß wenn man in die Wand eines nach allen Seiten hin geschlossenen und mit Wasser angefüllten Gefäßes zwei Oeffnungen macht und durch Kolben verschließt, auf welche man Kräfte wirken läßt, welche der Größe der Oeffnungen proportional sind, die Flüssigkeit im Gleichgewicht sein wird. Es ist indessen nicht bekannt, daß Pascal diesen wichtigen Satz irgend wie praktisch zu verwerthen gesucht hat; dieses war dem Engländer Joseph Bramah vorbehalten und derselbe ist daher als der eigentliche Erfinder zu betrachten, um so mehr, als auch die gegenwärtige Form der hydraulischen Presse ganz von ihm herrührt und nur wenige Verbesserungen an der Presse selbst seit Bramah's Zeiten angebracht worden sind. Heute noch, wie bei der ersten Presse Bramah's, die sich im Kensington Museum in London befindet, sind eine Pumpe mit möglichst kleinem Kolbenquerschnitt und ein Preßcylinder mit einem Kolben von großem Querschnitt die beiden Haupttheile der Presse. Wird nun mittels der Pumpe Wasser oder eine andere Flüssigkeit in den Cylinder gepresst, so wird der Preßkolben vorwärts getrieben und übt dabei einen Druck aus, der sich zu dem auf den Pumpenkolben ausgeübten Druck verhält, wie der Querschnitt des Preßkolbens zu dem des Pumpenkolbens. Bramah, dessen Patent vom 30. April

1795 datirt, erkannte nicht nur, daß man mit Hilfe dieser Presse durch eine ganz geringe Kraft einen enormen Druck erzeugen könne, sondern er verstand seine Erfindung auch vielfach praktisch zu verwenden, indem er dieselbe als Packpresse für Heu, Flachs, Baumwolle u. s. w., zur Erzeugung großen Druckes in der Schießpulverfabrikation, sodann auch in eigenthümlicher Weise als Metallhobel- und Bohrmaschine in Woolwich in Anwendung brachte.

Henry Maudsley, ein Schüler Bramah's, construirte zuerst den Preßkolben in der jetzt üblichen Weise glatt als sogenannten Plungerkolben. Derselbe Mechaniker, oder nach Anderen Benjamin Hick in Bolton, erfand auch die gegenwärtig allgemein übliche Liederung des Kolbens durch einen Lederstulp von Ω förmigem Querschnitt, der in einer besonderen ringförmigen Vertiefung der Wand des Preßcylinders liegt.

Spätere Verbesserungen betreffen namentlich die Art der Herstellung des Preßcylinders und die Construktion der Injektionspumpe. In ersterer Beziehung hat man sich bemüht, den Cylinder aus Schmiedeisen statt aus Gußeisen herzustellen. Namentlich hat man den Cylinder in ähnlicher Weise wie die Armstrongkanonen aus schmiedeeisernen Röhren oder übereinandergezogenen und zusammengeschweißten Ringen gefertigt.

Die Pumpenkolben stellt man jetzt meist als Differential- oder Röhrenkolben her. Aus dem was oben über den Wirkungsgrad der hydraulischen Presse gesagt worden, ergiebt sich, daß bei gleichem Querschnitt des Preßkolbens die Vermehrung des Druckes um so größer ist, je kleiner der Querschnitt des Pumpenkolbens. Construirt man aber diesen massiv, so darf man seinen Durchmesser nicht allzuklein machen, weil er sich sonst leicht verbiegt. Dem beugt man vor durch Anwendung von Kolben, die oben und unten verschiedenen Querschnitt haben (Differentialkolben) und bei denen dann nur der ringförmige Unterschied beider Querschnitte zur Wirkung kommt, oder man construirt die Kolben in Form hohler Röhren. Gewöhnlich trifft man dann die Einrichtung, daß man solche röhrenförmige Kolben nach Willkühr mit einem massiven Kolben kuppeln oder allein wirken lassen kann. Dadurch ist die Möglichkeit gegeben, beim Beginne des Pumpens, wo die Arbeit leicht ist, mit einem Pumpenkolben von

großem Querschnitt arbeiten und dadurch die Arbeit fördern zu können, während man später mit dem röhrenförmigen Kolben allein arbeitet.

In neuester Zeit erst hat man eine wesentliche Aenderung der hydraulischen Presse in Vorschlag gebracht. Es haben nämlich Desgoffe und Ollivier in Paris und W. Clark in London sogenannte sterhydraulische Pressen construirt. Der Name soll andeuten, daß bei diesen Apparaten der Druck nicht durch Einpumpen einer Flüssigkeit in den Preßcylinder, sondern durch Einführung eines festen Körpers, nämlich einer starken Darmseite bei der französischen, einer Drahtsaite bei der englischen Construktion, erzeugt wird. In dem mit Oel gefüllten Preßcylinder befindet sich nämlich eine Trommel, die mittels einer Kurbel von Außen gedreht werden kann, und auf dieser ist die Saite befestigt, welche durch eine Stopfbüchse in den Preßcylinder eintritt. Der außerhalb des Cylinders befindliche Theil der Saite ist auf eine drehbare Trommel aufgewickelt, auf deren Achse man eine Kurbel aufstecken kann. Dreht man nun die Trommel im Cylinder mittels der Kurbel, so wird die Saite von der äußeren Trommel ab und auf die innere aufgewickelt. Je mehr aber von der Saite in das Innere des Preßcylinders gezogen wird, desto mehr Oel wird dort verdrängt und desto weiter wird also die Preßkolben vorwärts getrieben. Soll derselbe zurückgehen, so steckt man die Kurbel an die Achse der äußeren Trommel und dreht diese rückwärts. Sehr zweckmäßig ist es, zwei Pressen in der Art mit einander zu verbinden, daß man die Preßcylinder neben einander stellt und die Saite aus dem einen Cylinder in den anderen führt. Wickelt sich dann die Saite auf die Trommel des einen Cylinders auf, so wickelt sie sich von der des andern ab, der Preßkolben im ersten Cylinder steigt, während der im zweiten zurück geht.

Es ist nicht zu leugnen, daß die sterhydraulische Presse mancherlei Vorzüge vor der gewöhnlichen Bramah'schen hat. Namentlich fallen die Uebelstände, welche durch die Pumpenventile veranlaßt werden, hier gänzlich weg. Fremde Körper nud Verunreinigungen aller Art können wegen des allseitigen Verschlusses des Cylinders nicht in denselben dringen. Das zur Füllung verwendete Oel, entweder Ochsenklauen- oder

Olivenöl, hält sich lange Zeit ohne zu verderben, da es von der Luft abgeschlossen bleibt. Endlich ist eine solche Presse sehr wirksam, weil der Querschnitt der Saite, der hier an der Stelle des Querschnittes des Pumpenkolbens in Rechnung zu ziehen ist, im Verhältniß zum Querschnitte des Preßkolbens immer sehr klein ist. Bedeutet p den am Umfange der Kurbel wirksamen, P den vom Preßkolben ausgeübten Druck, R den Halbmesser des Preßcylinders, R′ den der Kurbel, r den der Saite, so besteht zwischen dem beiden ersten Größen das Verhältniß

$$p : P = r^3 : R^2 R'.$$

Ist also beispielsweise R = 72,5 Millimeter, R′ = 330 Millimeter, r = 2,5 Millimeter, so verhält sich p zu P wie

$$2{,}5 .\ 2{,}5 .\ 2{,}5 : 72{,}5 .\ 72{,}5 .\ 330,$$

d. i. wie 1 : 111012; der vom Preßkolben ausgeübte Druck ist also, abgesehen von der Reibung, mehr als 100000 mal so groß als der am Umfange der Kurbel wirksame. Da man nur eine geringe Kraft nöthig hat, um eine bedeutende Wirkung hervorzubringen, so kann man die Kurbel sehr rasch bewegen. Dazu kommt nun noch, daß in der Regel die rotirende Bewegung, welche der Betrieb einer solchen Presse fordert, an sich bequem ist und es kann insbesondere die oben erwähnte gekuppelte Maschine leicht durch einen Riemenbetrieb mit Umkehr stetig im Arbeitslauf erhalten werden.

Für kleine Pressen scheint nach alle dem in der That der sterhydraulische Apparat recht zweckmäßig zu sein. Große Pressen wird man dagegen kaum nach diesem Systeme construiren. Da nämlich wegen des Trommelraumes der Cylinder der sterhydraulischen Presse fast doppelt so groß sein muß, als der einer gewöhnlichen hydraulischen, so wird der Guß des Cylinders schwieriger; außerdem wird durch die Oeffnungen für die Welle der Trommel und für den Eintritt der Saite die Festigkeit der Wand nicht unerheblich geschwächt. Zwei Uebelstände dürfen endlich nicht unerwähnt bleiben. Der eine liegt in der Beschränkung des Hubes der Presse; dieser ist durch die Saitenlänge begrenzt und kann auch nicht um ein Haar breit vermehrt werden. Der andere beruht in der Gefahr des Zerreißens der Saite, was leicht möglich ist, da beim Durchgange durch die Stopfbüchse eine fortwährende Abnutzung eintritt. Ein solcher Unfall würde aber höchst

störend wirken, denn es würde, um den Schaden wieder gut zu machen, ein völlig neues Montiren der Maschine nöthig sein.

Eine nicht unwichtige Verbesserung der Bramah'schen Presse hat Lobry in Lyon angebracht. Durch dieselbe soll die Presse zur Erzeugung eines elastischen, der Volumenveränderung des gepreßten Körpers nachgebenden Druckes fähig und damit zu verschiedenen Arbeiten, namentlich zum Kalandern und Moiriren geeignet werden. Zu diesem Zwecke wird an den Preßcylinder ein zweiter kleinerer Cylinder angegossen, dessen Kolben mittels einer Hebelverbindung veränderlich belastet wird. Beide Cylinder stehen mit einander in Verbindung und ihre Kolben übertragen den durch die Injektionspumpe ausgeübten Druck, nach Verhältniß ihrer Flächen, und zwar der größere auf den zu pressenden Gegenstand, der kleinere auf das ihn belastende Gewicht, durch dessen Hebung er die Verbindung mit der Pumpe unterbricht. Nimmt nun der gepreßte Körper an Volumen ab, so hebt der belastete kleine Kolben den größeren Preßkolben, nimmt dagegen der Körper an Volumen zu, so senkt sich der Preßkolben und hebt den kleineren sammt dem ihn belastenden Gewichte.

Verlassen wir nun die Aufzählung der verschiedenen Aenderungen und Verbesserungen, welche die hydraulische Presse seit der Zeit Bramah's erfahren hat, und wenden wir uns zu ihren Anwendungen, so finden wir, daß diese sich namentlich in der neueren Zeit massenhaft vermehrt haben, so daß die Bramah'sche Presse rücksichtlich ihrer Wichtigkeit für die verschiedensten Zweige der Technik beinahe der Dampfmaschine an die Seite zu stellen ist.

Schon lange hat man die hydraulische Presse in der Zuckerfabrikation angewandt, ebenso hat sie in Stearin-, Oel- und Gummifabriken Verwendung in gefunden. Desgleichen hat man sie angewandt zur Prüfung der Festigkeit von Construktionsmaterialien, Stäben, Ketten, Seilen, Steinen u. s. w.; indessen ist diese Anwendung nicht gerade zu empfehlen, weil man den durch die Presse erhaltenen Druck nicht gut direkt messen kann. Ferner dient die Bramah'sche Presse zum Pressen von Röhren aus Zinn, Blei, Stahl u. s. w. Bekannt ist die Verwendung, welche sie beim Heben der beinahe

2000 Tons (40000 Centner) schweren Röhren der Britanniabrücke und beim vom Stapellassen des Great-Eastern gefunden hat.

In Amerika hat man schon seit längerer Zeit sogenannte hydraulische Docks angewandt, um größere Schiffe behufs ihrer Reparatur über Wasser zu heben. Das zu hebende Schiff wird dabei über eine versenkte Plattform gebracht, welche auf jeder Seite an Ketten befestigt ist. Die Ketten laufen über eiserne Rollen und ihre oberen Enden sind an einem horizontalen Balken befestigt, welcher mit dem Kolben einer festgemauerten hydraulischen Presse verbunden ist. Wird nun der Kolben der Presse und damit der Balken bewegt, so werden die Ketten angezogen und die Plattform mit dem Schiffe wird gehoben. Durch den Druck der Presse wird dann die Plattform mit dem Schiffe während der Dauer der Reparatur des letzteren in der richtigen Höhe erhalten. In England hat Edwin Clark diese Docks wesentlich verbessert. Die hydraulische Hebevorrichtung Clarks besteht aus zwei Reihen gußeiserner Säulen, welche unter Wasser in den Boden gesenkt sind. Diese Säulen bilden die Cylinder von ebensoviel hydraulischen Pressen. Die Kolben von je zwei einander gegenüberstehenden Cylindern sind durch einem starken schmiedeeisernen Träger verbunden und auf diesen Trägern ruht ein Ponton von hinlänglicher Tragfähigkeit um das zu reparirende Schiff über Wasser zu halten. Bei den von Clark in den New Thames Graving Docks bei London construirten Apparaten sind 16 Paare hydraulischer Pressen von 10 Zoll Kolbendurchmesser und 25 Fuß Hubhöhe aufgestellt; die Säulen jeder Reihe sind 20 Fuß von einander entfernt und die lichte Entfernung beider Reihen beträgt 62 Fuß. Um ein Schiff zu heben wird nun zunächst das auf den Trägern ruhende Ponton versenkt, zu welchem Zwecke man die am Boden desselben befindlichen Ventile öffnet, worauf es sich mit Wasser füllt. Dann wird das Schiff in die richtige Stellung über das Ponton gefahren und dieses hierauf mittels der hydraulischen Pressen so hoch gehoben, daß es sein Wasser abfließen läßt, worauf man die Bodenventile schließt. Wird nun der Träger versenkt, so kann das Ponton mit dem darauf ruhenden Schiffe an einen beliebigen Ort geschafft werden und ein neues Schiff kann mit demselben Apparate gehoben werden. Es haben

diese hydraulischen Docks vor den sonst üblichen Trockendocks den Vorzug, daß die Arbeit, das Heben der Schiffe, leicht, ohne Störungen und sehr rasch von Statten geht; für die größten Schiffe ist nicht mehr Zeit als 2—3 Stunden erforderlich. Außerdem ist die hydraulische Hebevorrichtung mit einer Anzahl Pontons immer noch billiger herzustellen als eine gleiche Anzahl Trockendocks.

Ein neues Feld für die Anwendung der hydraulischen Presse wurde seit 1843 durch William Armstrong, Maschinenfabrikbesitzer in Newcastle upon Tyne, eröffnet durch die Erfindung der sogenannten Accumulatoren. Diese Apparate sind hydraulische Pressen, in denen das Wasser unter starkem Drucke angesammelt wird, indem man die Kolben entsprechend belastet, um nach Bedürfniß diesen starken Druck rasch verwenden zu können. Es sind also Kraftsammler, gleichsam Vorrathskammern von Kraft die jeden Augenblick zur Disposition steht. Vorzugsweise hat man diese Accumulatoren da in Anwendung gebracht, wo intermittirende Arbeiten auszuführen sind, oder wo plötzlich ein sehr kräftiger Druck ausgeübt werden soll, beispielsweise für Krahne, Aufzugsmaschinen, Schiffswinden, in neuerer Zeit auch in Ölfabriken und zur Erzeugung von Holzzeug in der Papierfabrikation, als Bohrmaschinen u. s. w.

Bei einer von F. Cochrane construirten hydraulischen Bohrmaschine wird das Blech, in welches die Nietenlöcher zu bohren sind, durch den Druck des Wassers gehoben und gegen die Bohrer gedrückt. Zu dem Zwecke wird das Blech auf einer horizontalen Tafel befestigt, welche von zwei an ihren Enden angebrachten Rahmen getragen wird, die ihrerseits auf ein Paar Kolben ruhen, welche in zwei vertikalen Cylindern sich bewegen. Läßt man in die letzteren Wasser aus einem in passender Höhe angebrachten Reservoir treten, so werden die Kolben und damit das Blech gehoben und gegen die Bohrer gedrückt. Letztere sind vertikal gestellt und werden durch passende Transmissionen von einem besonderen Motor bewegt. Der zum Heben benutzte Druck würde indessen nicht hinreichen, die Bohrer angreifen zu lassen; deshalb verstärkt man denselben plötzlich durch einen Accumulator, welcher in diesem Falle aus einem vertikalen Cylinder

besteht in welchem Wasser unter dem Drucke eines gehörig belasteten Mönchskolbens eingeschlossen ist. Schließt man das bisherige Wasserzuleitungsrohr und öffnet man das Ventil des Accumulators, so wird der Druck so verstärkt, daß das Bohren sofort beginnt. Der hydraulische Druck wird hier vortheilhaft zum Heben der Tafel angewandt, weil die Arbeit so rascher von statten geht, als bei Anwendung von Zahnrädern. Damit das Heben erleichtert wird, hebt man das Gewicht der Tafel und des Bleches zum Theil durch Gegengewichte auf; doch läßt man immer noch den nöthigen Theil des Gewichtes wirksam, damit nach Vollendung der Bohrung beim Öffnen der Ventile und Aufhören des hydraulischen Druckes die Tafel mit dem Bleche rasch niedersinkt.

E. B. Wilson hat die hydraulische Presse zur Erzeugung eines starken andauernden Druckes bei seinen Preßhämmern verwendet. Ein solcher Preßhammer ist eine sinnreiche Combination eines Dampfhammers mit einer hydraulischen Presse, bei welcher letzteren aber nicht wie gewöhnlich der Kolben, sondern umgekehrt der Cylinder beweglich ist. Dieser bildet zugleich den Hammer, den man durch die Wirkung des Dampfes auf das auf dem Ambos liegende Arbeitsstück niederfallen und dort einen kräftigen Schlag ausüben läßt, worauf dann der hydraulische Druck wirksam gemacht wird. In der Hauptsache hat ein solcher Preßhammer folgende Einrichtung. Vom Ambos aus gehen zwei vertikale Tragsäulen in die Höhe, an denen oben der Preßkolben unbeweglich befestigt ist. Derselbe hat eine Durchbohrung durch welche das Innere des Preßcylinders einestheils direkt mit einem über dem Kolben befindlichen geschlossenen, gleichfalls an den beiden Tragsäulen befestigten Wasserbehälter, anderntheils mit einer Injektionspumpe in Verbindung steht, die ihr Wasser ebenfalls aus dem erwähnten Behälter nimmt. Ueber dem Wasserbehälter ist ferner ein vertikaler geschlossener Dampfcylinder mit Kolben befestigt; die Kolbenstange trägt oben ein Querhaupt, von welchem aus ein Paar Stangen herunter gehen, an denen der Preßcylinder hängt. Dieser bewegt sich mit dem Kolben des Dampfcylinders auf und nieder und findet dabei seine Führung an den beiden vom Ambos aus in die Höhe gehenden Säulen. Um uns die Wirkung des

Apparates zu versinnlichen nehmen wir jetzt an, Preßcylinder und Dampfkolben haben ihre tiefste Stellung. Man stellt nun zunächst die direkte Verbindung zwischen dem inneren Raume des Preßcylinders und dem Wasserbehälter her, indem man das betreffende Ventil öffnet; dann läßt man Dampf in den unteren Theil des Dampfcylinders eintreten. In Folge dessen hebt sich der Dampfkolben und mit ihm der Preßcylinder; das Wasser im Innern des letzteren wird vom Preßkolben verdrängt und geht nach dem Wasserbehälter. Hat der Preßcylinder seinen höchsten Stand erreicht, so wird er durch den Dampfdruck auf demselben erhalten und man legt indessen das Arbeitsstück auf den Ambos. Ist dieses geschehen, so läßt man den Dampf oben in den Cylinder treten, während er unten entweichen kann; der Preßcylinder fällt jetzt durch die vereinigte Wirkung der Schwerkraft und des Dampfdruckes auf das Arbeitsstück nieder. Nunmehr unterbricht man die direkte Verbindung zwischen dem Innern des Preßcylinders und den Wasserbehälter, belastet das betreffende Ventil gehörig, setzt die Injektionspumpe in Thätigkeit und übt auf diese Weise einen Schlußdruck auf das Arbeitsstück aus, dessen Stärke von der Belastung des erwähnten Ventiles abhängt.

Die erfolgreiche Anwendung der hydraulischen Preße zum Schmieden rührt von John Haswell, dem Direktor der Maschinenfabrik der Staatseisenbahngesellschaft in Wien her, welcher zuerst auf der Londoner Ausstellung eine vollständige Abbildung seiner hydraulischen Schmiedepresse ausstellte und den ersten derartigen Schmiedehammer von 13 bis 14000 Centner Gesammtdruck in dem erwähnten Etablissement aufstellte. Haswell hat die Schwierigkeiten, welche sich früher der Anwendung der hydraulischen Presse zum Schmieden entgegenstellten, glücklich überwunden, und damit der Eisenindustrie einen wichtigen Dienst geleistet. Diese Schwierigkeiten hatten hauptsächlich in der langsamen Bewegung des Preßkolbens ihren Grund, wodurch dem zu schmiedenden Eisenstücke Zeit gelassen wurde, sich soweit abzukühlen, daß der dann erfolgende Druck nur eine unvollkommene Wirkung auszuüben vermochte. Die hydraulische Schmiedepresse bildet aber nicht blos einen Ersatz des Schmiedehammers, sondern sie wirkt auch in mancher Hinsicht vortheilhafter als

dieser. Bei dem Hammer wirkt nämlich ein momentaner kräftiger Stoß, bei der Presse dagegen vorzugsweise ein kräftiger Druck. Dieser ist namentlich beim Schweißen größerer Eisenstücken von Vortheil, weil dabei die Schlacke zwischen den zu vereinigenden Flächen vollständiger hervorgepreßt wird, als dieses unter dem Einflusse kräftiger Hammerschläge geschieht. Gar zu leicht bleiben bei der Bearbeitung mit dem Hammer Schlackenmassen eingeschlossen und erzeugen ein unganzes und deshalb untaugliches Eisen. Außerdem wirken heftige Hammerschläge, namentlich wenn die Eisenmasse so groß ist, daß sie nicht ganz gleichmäßig erhitzt werden kann, öfters störend ein, indem sie ein krystallinisches Gefüge im Innern erzeugen und dadurch die Festigkeit der Masse vermindern.

Beim Schweißprocesse ist übrigens, sobald nur die zu schweißenden Flächen genügend erweicht sind, ein relativ geringer Druck zur Vereinigung derselben genügend. Auf diese Erfahrung gründete bereits vor längerer Zeit Ramsbottom ein Verfahren zum Schweißen der Radkränze von Eisenbahnwagen. Die gerade abgeschnittenen Enden eines Eisenstabes werden nämlich ganz nahe gegen einander gebogen, dann in die Schweißhitze versetzt und nun von ein Paar Schraubstockmäulern gefaßt, gegen einander gepreßt und in der Richtung ihres Querschnittes gegen einander gerieben. Auf diese Weise wird eine sehr innige und dauerhafte Verbindung bewirkt. Gegenwärtig wendet man zu diesem Prozesse fast immer hydraulische Pressen an. So bewerkstelligt z. B. Ed. Tangye das Schweißen von Kettengliedern auf folgende Art. Das Stück Eisenstange, welches in ein Kettenglied verwandelt werden soll, wird zunächst halbkreisförmig umgebogen und durch das vorher geschmiedete Glied hindurch gezogen. Darauf erhitzt man es zur dunkeln Rothglühhitze und legt es auf ein festes Untergesenke, wo es durch ein Paar bewegliche Wangen, die durch Schrauben verschoben werden, so umgebogen wird, daß die beiden Enden eben über einander liegen. Nun macht man es schweißwarm und legt es zwischen ein Paar Gesenke, von denen das untere sich auf einem festen Ambos, das obere aber an dem nach unten gerichteten Preßkolben einer hydraulischen Presse befindet. Damit nun das Obergesenke rasch nieder-

gehe, läßt man Wasser unter sehr starkem Drucke aus einem Accumulator in den Preßcylinder treten. Dadurch werden beide Enden des Gliedes gegen einander gepreßt und es wird eine feste Verbindung hergestellt. Da das Kettenglied so zwischen den Gesenken liegt, daß es weder in der Längen= noch in der Breitenrichtung sich ausdehnen kann, so müssen alle auf diese Art hergestellten Glieder gleiche Gestalt und Größe haben. Nach Vollendung des Gliedes läßt man durch ein besonderes Ventil das Wasser aus dem Preßcylinder treten und es wird nun der Preßkolben durch eine kräftige Schraubenfeder wieder in die Höhe gedrückt.

Die hydraulische Presse hat jedenfalls in der Eisenindustrie noch eine große Zukunft und es werden ihr viele Arbeiten zufallen, welche bisher von dem Maschinenhammer ausgeführt wurden.

Aber nicht nur für die große Industrie, sondern auch für den kleinen Gewerbsbetrieb hat die hydraulische Presse in der neuesten Zeit eine erhöhte Bedeutung angenommen. In dieser Beziehung sind namentlich die Werkzeuge zu nennen, welche die Firma Tangye Brothers and Price in Birmingham in den Handel bringt und deren Verkauf in Deutschland durch J. und G. Winiwarter in Wien vermittelt wird, als Lochmaschinen, Scheeren, Hebewinden u. a.

Die hydraulischen Lochmaschinen der genannten Firma sind namentlich für kleinere Werkstätten sehr brauchbar und werden dort einem dringenden Bedürfnisse abhelfen. Die Wichtigkeit der Lochmaschinen überhaupt für jede Eisen verarbeitende Werkstatt, die Ersparniß von Material und Zeit, welche dieselben gestatten, hat man in neuerer Zeit immer besser und besser erkennen gelernt, und deshalb trifft man in größeren Etablissements, in Maschinenbauwerkstätten, Kesselschmieden u. s. w. auch überall große und schwere Durchstoßmaschinen an. Allein derartige Maschinen eignen sich nicht für kleinere Werkstätten oder provisorisch hergerichtete Montirungsplätze, wo es vorzüglich darauf ankommt, leichte und bequem transportable Maschinen zu haben, zu deren Betrieb die Kraft eines Mannes im Nothfalle ausreicht. An solchen Orten sind nun Tangye's hydraulische Lochmaschinen an ihrem Platze, denn die kleinste

Form derselben wiegt nicht mehr als 57 Pfund und kann also von einem Arbeiter mit Leichtigkeit an jeden beliebigen Ort gebracht werden. Mit einer solchen Maschine, die ein Knabe in Thätigkeit zu setzen vermag, kann man in 20 Sekunden ein Loch von 20 Millimeter Durchmesser in ein 13 Millimeter starkes Eisenblech stanzen. Eine derartige Lochmaschine besteht aus einem cylinderförmigen, durch einen aufgeschraubten Deckel geschlossenen, gußeisernen Flüssigkeitsbehälter, welcher mit destillirtem Wasser oder Oel gefüllt ist. Im Innern desselben ist die aus Rothguß gearbeitete Injektionspumpe eingeschraubt, welche durch einen außen angebrachten Hebel in Thätigkeit gesetzt werden kann. Unterhalb des Wasserbehälters befindet sich der schmiedeeiserne Preßcylinder, in welchem sich der stählerne Preßkolben bewegt, dessen freies Ende nach unten gerichtet ist. Der Preßcylinder ist ebenso wie der darüber befindliche Wasserbehälter auf den unteren Theil des Apparates aufgeschraubt, welcher aus einem einzigen Stück Schmiedeeisen gearbeitet ist. Um das Durchschwitzen der Flüssigkeit durch die Poren des Preßcylinders zu verhüten, welches bei starkem Drucke öfters bei den hydraulischen Pressen eintritt, füttern Tangye und Price ihre Preßkolben noch mit einem dünnen Messingcylinder. Auf der unteren Seite des Preßkolbens werden nun die Lochstanzen eingeschraubt; darunter befindet sich in dem Untertheile des Apprates ein Ring, auf welchen das zu lochende Eisen gelegt wird. Wenn man nun die Pumpe in Gang setzt und damit das Wasser aus dem Behälter in den Preßcylinder preßt, so wird der Preßkolben dem auf dem Ringe liegenden Eisen mehr und mehr genähert und endlich wird durch den eisernen Dorn ein Loch in letzteres gestoßen. Durch ein besonderes Ventil läßt man nun die Flüssigkeit wieder aus dem Preßcylinder in den Behälter zurücktreten und hebt mittels eines zu diesem Zwecke angebrachten Hebels den Preßkolben wieder in die Höhe. Diese Manipulationen gehen so rasch von statten, daß, wenn zwei Arbeiter einander unterstützen, mit der kleinsten Lochmaschine bequem 5 Löcher von der oben angegebenen Beschaffenheit in einer Minute gestanzt werden können.

Diese Lochmaschinen lassen sich übrigens in den verschie-

densten Stellungen verwenden und selbst an der Kette eines Flaschenzuges hängend in Thätigkeit setzen. Sie werden in drei verschiedenen Größen geliefert.

Lochmaschine Nr. 1 wiegt 57 Zollpfund, locht in 13 Millimeter starkes Eisen Löcher von 20 Millimeter Durchmesser und kostet 97 Thaler.

Lochmaschine Nr. 2 wiegt 119 Zollpfund, locht in 20 Millimeter starkes Eisen Löcher von 27 Millimeter Durchmesser und kostet 127 Thaler.

Lochmaschine Nr. 3, 256 Zollpfund schwer, locht in 27 Millimeter starkes Eisen Löcher von 34 Millimeter Durchmesser und kostet 193 Thaler.

Jeder Maschine ist eine Stanze und ein Lochring beigegeben; weitere Stanzen und Matrizen kosten das Paar 5 Thaler.

In Deutschland sind diese Maschinen noch bei weitem nicht so bekannt und verbreitet, als sie es verdienen.

Die hydraulischen Scheeren, welche dieselbe Firma liefert, sind kleine hydraulische Pressen, auf deren Preßkolben das bewegliche Scheerblatt befestigt ist, während das feste am Maschinengestelle angebracht ist. Mit einer solchen Scheere, bei welcher der Preßkolben 10 Zoll Durchmesser und 3 Zoll Hub, der Kolben der Injektionspumpe aber $3/4$ Zoll Durchmesser und $1\,1/2$ Zoll Hub hat, kann ein Mann in ungefähr $2\,1/2$ Minuten bequem einen quadrateisernen Stab von 3 Zoll Seitenlänge durchschneiden. In England sind diese Maschinen überall im Gebrauche, wo man wenig Arbeitskräfte zur Verfügung hat, wie in kleinen Werkstätten, Waarenhäusern u. s w.

Die hydraulischen Hebewinden von Tanghe und Price sind entweder mit einen einfachen Fuße versehen oder auf einem eigenen Support mit einer eisernen Schraubenspindel seitwärts verschiebbar gemacht. Die letztere Form ist bei Maschinenaufstellungen sehr brauchbar und hat sich namentlich beim Aufheben von entgleisten Locomotiven als zweckmäßig bewährt. Die Gesammthöhe dieser Winden beträgt 23 bis 26 Zoll englisch, der Hub 10 bis 12 Zoll. Ihr Preis richtet sich nach der zu hebenden Last. Bei J. und G. Winiwarter kostet

eine Winde für	80 Zollcentner	85 Gulden österreich.
„ „ „	120 „	105 „ „
„ „ „	160 „	120 „ „
„ „ „	240 „	165 „ „

Besonders zweckmäßig dürften hydraulische Pressen für kleinere Werkstätten in solchen Städten sein, wo eine Wasserleitung zu Gebote steht, welche Wasser von mehreren Atmosphären Druck liefert. Hier kann man in vielen Fällen die Wasserleitung wie einen Accumulator benutzen, ohne daß es einer Injektionspumpe bedarf, und hat so eine in jedem Augenblicke zu Gebote stehende Kraft zur Verfügung. So benutzt man z. B. in Berlin nach einem Berichte von Bersch gegenwärtig die hydraulische Presse zum Drucken der Kassenscheine. Indessen braucht man bis zu einem Drucke von 3 Atmosphären keine Pumpe, sondern läßt unmittelbar das Wasser aus der Stadtwasserleitung in den Preßcylinder treten. Zu dem Zwecke hat der betreffende Arbeiter nichts weiter zu thun, als auf eine Gummikapsel zu drücken, wodurch ein Ventil geöffnet und die Verbindung zwischen der Wasserleitung und der Presse hergestellt wird. Früher bediente man sich zu dem angegebenen Zwecke einer Walzenpresse, welche nur sechs Blatt auf einmal liefert, während sich mit der hydraulischen Presse 12 bis 24 Blatt auf einmal herstellen lassen. Außerdem ergab sich bei dem alten Verfahren bei verschiedenfarbigem Drucke in Folge ungleicher Ausdehnung des Papieres unter den Walzen viel Ausschuß, was jetzt nicht mehr der Fall ist.

Sehr einfach läßt sich die hydraulische Presse als Strohhutpresse verwenden. Der zu bearbeitende Strohhut kommt in die metallene Form, deren Gestalt er annehmen soll und wird in ihr ausgebreitet; in denselben legt man dann einen an einer Platte befestigten Kautschuckbeutel, den man mittels einer Pumpe mit Wasser füllt, bis der Druck hinlänglich groß ist, um dem Hut fest in die Form zu pressen. Auf diese Art wird ein Hut in $1\frac{1}{4}$ bis $1\frac{1}{3}$ Minute in die gewünschte Form gebracht, während bei der Handarbeit mit dem Bügeleisen mehr als die zehnfache Zeit dazu erforderlich ist.

Jedenfalls muß die Verwendung der hydraulischen Presse zum Betrieb verschiedenartiger Maschinen im Kleingewerbe als eine viel versprechende Neuerung bezeichnet werden. Es

wird dadurch kleinen Werkstätten ein Mittel zur Anwendung bedeutender Kräfte an die Hand gegeben; namentlich wird dem einzelnen Handwerker die Bearbeitung größerer Metallstücke möglich gemacht, welche mit den bisherigen Hilfsmitteln nicht ausführbar war. Auf diese Art wird kleineren Werkstätten die Ausdehnung ihrer Fabrikationsgrenzen ermöglicht, ohne daß sie größere kostspielige und schwer aufzustellende Arbeitsmaschinen anzuschaffen nöthig haben.

Turbinen.

Seitdem durch den großartigen Aufschwung, welchen die Industrie in den letzten Jahrzehnten genommen, eine rationellere Benutzung der vorhandenen Elementarkräfte immer dringender geboten wurde, während auf der andern Seite in Folge der nicht immer mit der gehörigen Vorsicht ausgeführten Ausrodung der Wälder in vielen Gegenden die früher reichlichen Wasserkräfte versiegt sind oder mit auffallender Ungleichmäßigkeit fließen, hat man die alten Wasserräder durch zweckmäßigere Construktionen ersetzt. Theilweise hat man die früheren Wasserräder allerdings beibehalten und nur ihre einzelnen Theile zweckmäßiger gestaltet, theilweise hat man aber auch andere Mechanismen in die Praxis eingeführt, nämlich die Turbinen oder Kreiselräder. Dieselben sind bekanntlich von den älteren Wasserrädern dadurch unterschieden, daß das Wasser nicht blos auf einen Theil des Umfanges wirkt; vielmehr ist die ganze Fläche des gewöhnlich horizontalen Turbinenrades mit gekrümmten Schaufeln versehen, deren Zwischenräume alle gleichzeitig vom Wasser erfüllt worden, welches durch Druck oder Reaktion auf diese Schaufeln wirkt, seine Kraft größtentheils an dieselben abgiebt und das Rad in Drehung versetzt, um dann mit einer ganz geringen Geschwindigkeit auszutreten.

Die wesentlichsten Vorzüge der Turbinen von den vertikalen Wasserrädern bestehen in ihrer Kleinheit, welche einen billigen Grundbau und eine bequeme Aufstellung gestattet, auch die Verhütung des Einfrierens im Winter sehr leicht macht; ferner in ihrer großen Umdrehungsgeschwindigkeit, welche bei schnell gehenden Arbeitsmaschinen deshalb vortheilhaft ist, weil sie kostspielige und schwere Uebersetzungen im

gangbaren Zeuge erspart; endlich in dem Umstande, daß sie auch für solche Gefälle noch anwendbar sind, bei denen die Aufstellung eines vertikalen oberschlächtigen Wasserrades nicht mehr möglich ist. In dieser Hinsicht ist besonders die von dem französischen Ingenieur Fourneyron angelegte Turbine von St. Blasien berühmt, deren Wasserkraft ein Gefälle von 108 Metern hat.

Dagegen haben freilich die Turbinen auch wieder ihre Nachtheile und so ist es gekommen, daß die Urtheile der Praktiker über diese Motoren wenig übereinstimmen. Im Allgemeinen ist eine Turbine schwieriger gut anzuordnen, als ein Wasserrad, weil bei letzteren die Constructionselemente ohne merklichen Nachtheil für den Effekt ziemlich beträchtlich von denjenigen abweichen können welche dem vortheilhaftesten Effekte entsprechen, während bei den Turbinen diese Elemente sehr genau nach der Wassermenge und dem Gefäll berechnet werden müssen, wenn ein günstiger Effekt erzielt werden soll. Der Hauptmangel der Turbinen aber lag bisher darin, daß sie bei sehr veränderlicher Wassermenge unbrauchbar wurden, weil Veränderungen in der Menge des zufließenden Wassers einen sehr bedeutenden nachtheiligen Einfluß auf den Nutzeffekt der Turbinen ausüben, während bei Wasserrädern der Einfluß nur gering ist. Fast das einzige praktische Mittel, welches bis jetzt zur Beseitigung dieses Uebelstandes zu Gebote stand, war die Anlage mehrerer Turbinen, von denen man je nach der disponibeln Wassermenge die eine oder die andere außer Gang setzen konnte. Freilich war dieses nur ein unvollständiger Nothbehelf, denn die ganze Anlage gab doch immer nur bei einigen bestimmten Wassermengen einen günstigen Effekt. Unter denjenigen Technikern, welche sich die möglichst gründliche Beseitigung dieses Uebelstandes zur Aufgabe gestellt, ist besonders Eduard Hänel, der Direktor der gräflich Stollberg'schen Maschinenfabrik in Magdeburg, zu nennen. Schon vor mehreren Jahren ist derselbe mit einer Turbinenconstruktion aufgetreten, deren Eigenthümlichkeit in sogenannten Rückschaufeln besteht, welche den schädlichen Raum umschließen, der sich sonst mit todtem Wasser füllt. Die nach diesem System construirten Turbinen haben sich denn auch praktisch ganz gut bewährt, der

weiteren Verbreitung derselben steht aber leider der Umstand entgegen, daß die Herstellungskosten ziemlich bedeutend sind. Hänel hat daher später von der Anwendung von Rückschaufeln im Allgemeinen Abstand genommen und es scheint ihm auch gelungen zu sein, ohne diese Anordnung Turbinen herzustellen, für welche bei den veränderlichsten Betriebswassermengen der hydraulische Wirkungsgrad constant bleibt.

Ebenso sind noch besonders zu erwähnen die Turbinen von C. Schiele in Frankfurt a. M., früher in England aufhältlich, welche sich durch Einfachheit und Dauerhaftigkeit der Construktion, großen Nutzeffekt und eine einfache und richtige Selbstadjustation für verschiedene Kräfte und verschiedene Wassermengen auszeichnen. In England scheinen solche Schiele'sche Turbinen schon seit mehreren Jahren viel Anklang gefunden zu haben.

Die Luft als Motor.

Im vorigen Jahrgange dieses Jahrbuches (S. 236 u. f.) haben wir die Verwendung des Luftdruckes zur Beförderung von Packeten und selbst von Personen kennen gelernt. Das System der pneumatischen Personenbeförderung ist allerdings zur Zeit noch nicht in größerem Maßstabe ausgeführt worden, wohl aber ist die pneumatische Packetbeförderung theils in London selbst, theils auch anderwärts auf längeren Strecken im Gange. Wie das Princip auch in kleinerem Maßstabe sehr nützlich zu verwenden ist, zeigt beispielsweise eine Einrichtung auf dem Leipziger Telegraphenamte. Dort werden nämlich die aufgegebenen Depeschen durch Luftdruck aus einem Zimmer in ein anderes geschafft. Zu dem Ende werden dieselben in kleine bleierne Cylinder gelegt, die man in eine enge Röhre bringt, in welcher sie durch den Druck der Luft, die man mittels eines kleinen Blasebalges einbläßt, vorwärts geschoben werden. Jedenfalls lassen sich noch vielfache Anwendungen von dem Princip der pneumatischen Packetbeförderung machen, um die einzelnen Räume größerer Etablissements mit einander zu verbinden.

Eine andere recht sinnreiche Anwendung des Luftdruckes sind die pneumatischen Klingelzüge, welche von Paris in den Handel gekommen sind. An den Enden eines engen Kautschuckrohres, dessen Länge bis zu 50 Meter genommen

werden kann, befinden sich trichterförmige Erweiterungen, welche durch elastische Membranen geschlossen sind. Drückt man nun die Membran an dem einen Ende nieder, so hebt sich nothwendigerweise die Membran am anderen Ende. Dabei wird eine auf der letzteren Membran ruhenden Platte mit gehoben und hierdurch ein Läutewerk in Thätigkeit versetzt. Dieß die wesentliche Einrichtung. Eine sehr nützliche Zugabe bildet noch eine Vorrichtung, durch welche der Empfänger des Klingelsignales sofort den Absender von dem richtigen Empfange in Kenntniß setzen kann. An dem ersten Ende befindet sich nämlich ein in einem Kästchen eingeschlossener Mechanismus, durch welchen bewirkt wird, daß ein schwarzer Punkt an einer Oeffnung des Gehäuses zum Vorschein kommt, sobald man durch Drücken auf einem zu diesem Zwecke angebrachten Knopf den Klingelapparat in Gang setzt. Um den richtigen Empfang des Signales zu melden, drückt dann der Empfänger an dem anderen Ende auf einen Knopf an dem das Läutewerk umschließenden Apparate und bringt dadurch den schwarzen Punkt am ersten Ende wieder zum Verschwinden.

Ungleich wichtiger als diese Vorrichtung ist die Benutzung der comprimirten Luft zur Bewegung des Weberschiffes auf dem von C. W. H a r r i s o n in Walworth construirten p n e u m a t i s c h e n W e b s t u h l e. Das Wesentlichste in der Einrichtung dieses Webstuhles besteht in folgenden Punkten. 1. das Rietblatt ist mit einem Kolben verbunden, welcher in einem geschlossenen Cylinder mittels comprimirter Luft hin und her bewegt wird. Die Kolbenstange ragt beiderseits aus dem Cylinder heraus; an ihr sind die Enden von ein Paar Riemen befestigt, welche über Leitrollen nach dem Riete gehen, diesem je nach der Bewegung des Kolbens eine hin und her gehende Bewegung ertheilen und so das Anschlagen bewirken. 2. durch den einen dieser Riemen empfangen gleichzeitig die Litzen ihre auf und abgehende Bewegung. 3. das Schiffchen wird direkt durch die comprimirte Luft bewegt. Zu dem Zwecke befindet sich auf jeder Seite des Rietblattes eine Kammer, in welche der Schütze genau, aber um die Reibung zu vermeiden nicht gerade luftdicht paßt. In jede dieser Kammern wird nun während der Bewegung des Rietblattes im rechten Momente comprimirte Luft aus einem

Reservoir zugelassen, welche den Schützen vorwärts schnellt. Zur Vermeidung der Reibung ist die Schützenbahn auf dem Rietblatte mit Glas oder Porzellan belegt. 4. Ketten- und Zeugbaum werden ebenfalls vom Treibcylinder aus bewegt.

Seit dem ersten Patente, welches vom 18. November 1862 datirt, hat Harrison noch mancherlei Verbesserungen in Einzelnheiten angebracht. Als Vorzüge dieses Webstuhles vor den bisher gebräuchlichen Kraftstühlen wird die bedeutende Geschwindigkeit desselben gerühmt; während ein gewöhnlicher Kraftstuhl nicht mehr als 180 Schüsse in der Minute macht, soll diese Zahl beim pneumatischen Webstuhle wenigstens 240 betragen. Bei einer Probe, welche am Anfange vorigen Jahres in London in Gegenwart einer Anzahl von Fabrikanten, Technikern u. s. w. angestellt wurde, wurde außer der rascheren Arbeit auch noch der Wegfall der Fadenbrüche hervorgehoben; nach Angabe eines bei der Probe anwesenden Sachverständigen soll die hierdurch bewirkte Produktionsvermehrung an 25 Procent betragen. Der neue Stuhl soll ferner aus gleichem Garne ein besseres, reineres und gleichmäßigeres Gewebe liefern, als der alte, weil bei ihm der Schütze genau in gerader Linie getrieben wird. Außerdem nimmt der Luftstrom Staub und kleinere Verunreinigungen von der Arbeit weg und giebt dieser mehr Elasticität. Auch ist der Consum an Schmieröl geringer als bei den früheren Stühlen, wodurch zugleich die Gefahr des Fettigwerdens der Gewebe vermindert wird. Endlich wird auch die durch den Austritt der comprimirten Luft bewirkte gute Ventilation der Webstühle als vortheihaft für die Gesundheit der Arbeiter gerühmt.

In England hat man in den letzten Jahren die comprimirte Luft auch vielfach in Bergwerken zum Betriebe von Fördermaschinen, von kleinen Bohr- und Schrämmaschinen u. s. w. angewendet. Die Luft wird dabei über der Erde mittels einer Pumpe comprimirt und in Röhren nach dem Orte geleitet, wo die Arbeitsmaschine steht. Hier kommt nun die comprimirte Luft in ähnlicher Weise zur Wirkung wie der Dampf in dem Cylinder einer gewöhnlichen Dampfmaschine. Solche Luftmaschinen bilden freilich nur einen unvollkommenen Ersatz der direkten Dampfkraft, allein beim unterirdischen Maschinenbetriebe stehen doch der

Anwendung von Dampfmaschinen so erhebliche Schwierigkeiten im Wege, daß die comprimirte Luft eine willkommene Betriebskraft ist. Auf dem Continente scheint die erste derartige Anlage auf der Grube Cars-Longchamps bei La Louvière im belgischen Distrikte Charleroi seit Anfang Februar vorigen Jahres in Betrieb gekommen zu sein. Zur Compression der Luft dient hier eine liegende Dampfmaschine von 0,9 Meter Kolbendurchmesser und 1,5 M. Hub, die bei 3 Atmosphären Dampfdruck und etwa 25 Umgängen eine Nutzleistung von 105 Pferdekräften giebt. Der Luftcylinder ist bedeutend kleiner, als der Dampfcylinder, und hat nur 0,65 Meter Durchmesser, sein Kolben hat denselben Hub wie der des Dampfcylinders. Da die Luft, wenn sie auf $3^1/_2$ bis 4 Atmosphären comprimirt wird, sich um etwa 38 Grad erwärmt, so liegt der Luftcylinder in einem Reservoir, in welchem kaltes Wasser cirkulirt. Zum Eintritte der Luft enthält jeder Cylinderdeckel 14 nahe zusammenliegende Oeffnungen, die durch eine gemeinsame Guttaperchaplatte bedeckt werden. Der Austritt der Luft aus dem Cylinder erfolgt durch je 9 schmale, mit einer Guttaperchaplatte bedeckte Oeffnungen. Die comprimirte Luft geht zunächst in einen Sammler aus Eisenblech und von da durch gußeißerne Röhren in den Schacht. Die Röhren der Hauptleitung haben 120 Millimeter lichte Weite bei 15 Millim. Wandstärke, in den Nebenleitungen sind 85 und 13 Millim. die entsprechenden Dimensionen. Die Länge der Leitung vom Sammler bis zur ersten Arbeitsmaschine beträgt 1052 Meter. Den Nutzeffekt der ganzen Anlage veranschlagt man freilich nur auf etwa 25 Procent, und mit Rücksicht auf die Unterbrechungen im Gange der einzelnen Arbeitsmaschinen hofft man über 30 bis 40 Pferdekräfte in der Grube disponiren zu können.

Auch bei dieser Verwendung der comprimirten Luft ist die ganz von selbst bewirkte gute Ventilation sehr schätzbar.

Dampfwagen und Dampfschiffe.

Nachdem die Versuche, Dampfwagen auf gewöhnlichen Straßen in Gang zu setzen, in Deutschland wenigstens, durchgängig gescheitert sind, hat man zur Vermittelung des Ver-

kehrs auf kleineren Strecken, theils Pferdebahnen, theils sogenannte secundäre Eisenbahnen anzulegen begonnen, welche letztere zwar mit Lokomotiven befahren werden, aber übrigens in der allereinfachsten Art mit stärkeren Steigungen und Curven hergestellt sind, auf denen daher auch keine besondere Schnelligkeit erzielt werden soll und die lediglich die engeren Maschen in dem Netze der großen Hauptbahnen bilden und den Lokalverkehr vermitteln sollen. Im Bau solcher Eisenbahnen ist der Elsaß mit gutem Beispiele vorangegangen. Dort sind nämlich bereits seit einigen Jahren derartige Bahnen auf gewöhnlichen Chausseen angelegt worden. Noch früher hat man im Schottland, namentlich an der nördlichen Ostküste, in zum größten Theil Ackerbau treibenden Bezirken, Nebenbahnen angelegt, deren Steigungen zwischen $^1/_{100}$ und $^1/_{60}$ variiren, zum Theil aber noch bedeutender sind.

Ein eigenthümliches Eisenbahnsystem hat der englische Ingenieur Fell ersonnen. Bereits seit dem Jahre 1857 ist man damit beschäftigt, durch den Mont Cenis einen Tunnel zu bohren, um durch denselben die Eisenbahnverbindung zwischen Frankreich und Italien herzustellen. Der Bau dieses Tunnels, dessen Gesammtlänge 12220 Meter betragen wird, und der auf der italienischen Seite bei Modane, auf der französischen bei Bardonnêche mündet, konnte aber nur langsam vorwärts schreiten und um die Mitte des Jahres 1865 waren von dem ganzen Tunnel erst 2011 Meter von Modane aus und 2700 Meter von Bardonnêche aus fertig, so daß noch 7509 Meter übrig blieben, zu deren Durchstechung mindestens 7—8 Jahre nöthig sind. Die Ausfüllung der Lücke in der Eisenbahnverbindung zwischen Italien und Frankreich an dieser Stelle erfolgt durch Diligencen welche den etwa $9^1/_2$ Meilen langen Weg auf einer ausgezeichneten Straße von durchschnittlich $^1/_{13}$ Steigung im Sommer in 9, im Winter in $10^1/_2$ Stunden zurücklegten. Dabei haben dieselben allerdings während der Winterszeit oft mit großen Schwierigkeiten zu kämpfen.

Der Ingenieur Fell hat nun im Auftrage von Brassey u. Comp. der italienischen und der französischen Regierung den Bau einer provisorischen Eisenbahn über den Mont Cenis vorgeschlagen, die bis zur Vollendung des Tunnels

den Verkehr zwischen Susa u. St. Michel herstellen soll. Auf dieser Bahn will Fell ein eigenthümliches, schon lange patentirtes, in England auch bei vielen vorläufigen Versuchen auf der Cromford= u. High Peak=Eisenbahn in Derbyshire erprobtes, bis jetzt aber noch nirgends praktisch ausgeführtes System anwenden. Die italienische Regierung hat auch die Concession zur Anlage und zum Betriebe der Bahn ertheilt, unter der Voraussetzung, daß die französische Regierung auch ihrerseits die Genehmigung ertheile; letztere hat aber ihre Zustimmung von dem Nachweise der Ausführbarkeit des Projektes abhängig gemacht.

Fell hat deshalb eine Versuchslinie zwischen Lanslebourg und dem Gipfel des Berges angelegt. Dieselbe beginnt in einer Höhe von 1622 Meter und hört bei 1773 Meter über dem Meere auf, sie ist 1960 Meter lang und ihre Steigung beträgt durchschnittlich $^1/_{13}$, im Maximum $^1/_{12}$, auch macht sie eine Curve von 40 Meter Radius um eine scharfe Ecke, welche zwei von den Zickzacks der Auffahrt verbindet. Ueberall, außer in der Curve, liegt sie auf der Seite der Straße, von welcher sie $3^1/_2$ bis 4 Meter einnimmt und 5 Meter oder mehr freiläßt. Als im Juni vorigen Jahres der Englische Ingenieur=Capitän Tyler seiner Regierung über diese Bahn Bericht erstattete, war dieselbe schon 3 Monate im Betriebe, ohne daß ein Unfall vorgekommen wäre.

Das Eigenthümliche des Fell'schen Systemes besteht nun darin, daß außer den beiden gewöhnlichen Schienen auch eine Mittelschiene vorhanden ist und daß die Lokomotiven außer den vertikalen Rädern auch noch auf ihrer Unterseite zwei Paar horizontale Räder haben, welche gegen die Mittelschienen gedrückt werden. Hierdurch wird die Adhäsion vermehrt, ohne daß man nöthig hat das Gewicht der Maschine zu vergrößern, es können bedeutendere Steigungen überwunden werden, endlich wird der Gang ein sicherer, die Gefahr der Entgleisung wird vermindert und es können daher auch stärker gekrümmte Curven befahren werden.

Die erwähnte Versuchslinie hat 1,10 Meter Spurweite und ist mit I förmigen Schienen der Victor Emanuel=Bahn von ca. 25 Pfd Gewicht pro Fuß belegt, die mittels gußeiserner Stühle auf 3 Fuß von einander entfernt liegenden

Querschwellen aufliegen. Die Mittelschiene hat denselben Querschnitt und liegt $7^{1}/_{2}$ Zoll über den beiden äußeren Schienen in theils guß- theils schmiedeeisernen Stühlen, die an den Stößen je 20, an den andern Stellen 16 Pfund wiegen, auf den geraden Strecken 6 Fuß, in den Curven aber 2 bis 3 Fuß von einander entfernt auf 12 Zoll breiten, 8 Zoll hohen, mit den Querschwellen verbolzten Langschwellen aufliegen.

Die definitive Betriebslinie von St. Michel nach Susa wird eine Länge von 77 Kilometer, die durchschnittliche Steigung wird $\frac{1}{25{,}6}$, das Maximum $^{1}/_{12}$ betragen. Es soll überall da, wo die Steigung mehr als $^{1}/_{25}$ beträgt eine Mittelschiene angebracht werden, doch soll dieselbe eine passendere Form erhalten als auf der Versuchsstrecke. Wo die Bahn die Straße kreuzt wird die Mittelschiene entweder weggelassen oder durch eine Rampe für Wagen passirbar gemacht werden. Um diese Bahn gegen Lauinen zu schützen soll dieselbe auf 12 bis 15000 Meter Länge mit einem theils hölzernen, theils eisernen Ueberbau versehen, auf 3000 Meter Länge aber mit einem starken Gewölbe überdeckt werden.

Fell hat auf der Versuchsstrecke zwei Lokomotiven im Gange, über deren Dimensionen Tyler folgende Angaben macht.

	Nr. 1	Nr. 2	
Gewicht, einschl. Wasser u. Cokes	290	337	Ctr. engl.
Kessellänge	$7'9^{1}/_{2}''$	$8'4^{1}/_{2}''$	"
Kesseldurchmesser.	2'9"	3' 2"	"
Anzahl der Kesselröhren von $1^{1}/_{2}''$ äußecem Durchmesser	100	158	
Kesselheizfläche	420	600	Quad. F. engl.
Rostfläche	$6^{1}/_{24}$	10	" " "
Cylinderzahl	4	2	" " "
Cylinderdurchmesser	2 à 11 $^{3}/_{4}''$, 2 à 11"	15"	engl.
Kolbenhub . . .	" " 18", " " 10"	16"	"

Bei der Lokomotive Nr. 1 wirken die größeren Cylinder auf vier gekuppelte vertikale Räder von $2^{1}/_{4}'$ Durchmesser, die kleineren auf vier gekuppelte horizontale Räder von $1^{1}/_{3}'$

Durchmesser. Letztere sitzen auf kurzen vertikalen Wellen, deren zwei Zapfen sich in Bronzelagern drehen, welche in Coulissen verschiebbar sind und durch Spiralfedern gegen die Mittelschiene gedrückt werden. Bei der zweiten Maschine dagegen wirken die vorhandenen zwei Cylinder gleichzeitig auf vier gekuppelte vertikale und auf vier gekuppelte horizontale Räder, alle von 27 Zoll Durchmesser. Der Druck, den die horizontalen Räder auf die Mittelschiene ausüben, kann bei dieser Maschine von dem Führer beliebig mittels einer Zugstange regulirt werden. Bei Versuchen, welche Tyler anstellte, wurde mit der ersten Lokomotive bergauf eine Geschwindigkeit von 13⅓ Kilometer in der Stunde, mit der zweiten sogar eine von 17⅓ Kilometer erreicht.

Die Kosten der ganzen Linie sind vom Civil-Ing. Brunlees auf 8 Millionen Franken veranschlagt, während die Tunnel-Bahnstrecke beiläufig 135 Mill. Franken kostet. Die letztere ist 68 Kilometer lang, enthält eine Maximalsteigung von 1: 28, durch die Hälfte des Tunnels von 1: 35½. Die zur Zurücklegung der ganzen Strecke von St. Michel bis Susa nöthige Zeit wird bei der Strecke durch den Tunnel, einschließlich des Aufenthaltes, etwa 3 Stunden, bei der Fahrt über den Gipfel 4½ Stunde betragen. Eine Bahn nach gewöhnlichem Systeme über den Gipfel, mit geringeren Steigungen und größeren Curven, würde etwa 3 mal soviel kosten als die von Fell projectirte provisorische Bahn.

Fell hat von keiner der beiden betheiligten Regierungen eine Unterstützung bei der Herstellung seiner Bahn beansprucht, da die Gesellschaft, deren Vertreter er ist, bis zur Vollendung des Tunnels nicht allein ihre Auslagen nebst Zinsen zurückzuerhalten, sondern auch noch einen Nutzen aus dem Unternehmen ziehen zu können hofft. Nach den Geschäftsberichten der Victor-Emanuel-Eisenbahngesellschaft hat der Straßenverkehr zwischen St. Michel und Susa im Jahre 1861 1,404771 Fr., 1862 1,609617 Fr., 1863 1,715424 Fr. u. 1864 1,895543 Fr. ertragen, was eine durchschnittliche Zunahme von über 10 Proc. jährlich giebt. Nimmt man an, daß die Steigerung des Verkehres auch nach Eröffnung der Eisenbahn in derselben Progression weiter geht, so würde die Einnahme in der Zeit von 1867 bis 1873 im Ganzen

etwa 27 Millionen Franken betragen und man ist der Ansicht, daß dieses einen Reingewinn von einigen Millionen Franken ergeben werde. Jedenfalls darf man aber erwarten, daß durch die Eröffnung der Bahn der Verkehr in noch höherem Maße gesteigert wird. Außerdem haben die Unternehmer Hoffnung, daß sie die Beförderung der Indischen Briefpost übertragen erhalten, weil die Benutzung der Linie von Paris über St. Michel, Susa und Brindisi nach Alexandrien einen Gewinn von 38 Stunden Zeit gegenüber der Linie Paris-Marseille-Alexandrien (168 Stunden u. 130 Stunden) ergiebt.

Tyler kommt zu dem Ergebnisse, daß dieses System in jeder Beziehung praktisch ist. Die Mittelschiene gewährt namentlich eine außerordentliche Sicherheit, außerdem gestattet sie Steigungen, welche nach dem gewöhnlichen Systeme ohne Anwendung stationärer Maschinen und mit Seilen betriebener schiefer Ebenen nicht zulässig sein würden. Was den Betrieb während des Winters betrifft, so hat man darüber während der sehr strengen Witterung in den ersten Monaten des Jahres 1865 Erfahrungen gemacht, die sehr günstig ausgefallen sind. Wenn der Schnee entfernt war, so hinterließ er die Schienen vollkommen trocken und die Adhäsion an denselben war größer als wenn im Sommer der Chausseestaub, namentlich der mit Wasser benetzte, die Schienen bedeckte.

Für den Verkehr auf der Straße wird der Betrieb der Bahn keine wesentlichen Störungen herbeiführen. Einestheils wird dieser selbst geringer werden, dann aber werden die Pferde und Maulthiere, zumal wenn man immer dieselben Thiere verwendet, sich bald an die Eisenbahnzüge gewöhnen.

Auf dem Gebiete der Dampfschifffahrt hat in neuerer Zeit die sogenannte Kettenschifffahrt mehrfach die Aufmerksamkeit auf sich gelenkt.

Zum Aufwärtsziehen von Schiffen auf Flüssen und Strömen bedient man sich zunächst häufig des direkten Zuges von Pferden oder Menschen. Erstere ziehen bei einer Geschwindigkeit von 1 Meter in der Sekunde je nach Umständen 40 bis 80 Kilogramm, letztere nur $^1/_3$ dieser Last. Es ist dieser Zug um so unvortheilhafter, je weiter der Leinpfad vom Wasserwege entfernt ist, und da diese Entfernung in der Regel ziemlich wechselt, so sind vielerlei Kraftverluste unver-

meidlich. Seit der Einführung der Dampfschifffahrt hat man ferner vielfach Schleppdampfer zum Stromaufwärtsziehen der Schiffe angewandt. Indessen können diese nur da mit Vortheil arbeiten, wo das Wasser die gehörige Tiefe hat und die Strömung nicht bedeutend ist, während für kleinere Flüsse mit starker Strömung und blos 50 bis 60 Centimeter Tiefe Schleppdampfer nicht zweckmäßig sind. Jedenfalls ist es aber vortheilhafter, die disponible Kraft auf einen festen Körper wirken zu lassen, statt, wie es bei den Schaufelrädern oder der Schraube eines Dampfers geschieht, auf ein flüssiges Element, das Wasser. Es würde auch wohl nie der Versuch gemacht worden sein, die Pferde, welche die Schiffe dem Leinpfade entlang ziehen, durch große Schleppdampfer zu ersetzen, wenn man am Ufer ein Dampfroß könnte laufen lassen, welches statt Hafer Kohlen frißt und niemals müde wird. Einen solchen festen Angriffspunkt bietet man nun der Dampfkraft bei dem Systeme der Kettenschifffahrt. Es wird dabei in den Thalweg des Flusses eine Kette gelegt deren beiden Enden auf der Sohle des Flusses befestigt sind. Diese Kette läuft über eine oder zwei auf dem Dampfschiffe angebrachte Trommeln und indem diese durch die Dampfkraft in Rotation gesetzt werden, bewegt sich das Dampfschiff mit den angehängten Frachtkähnen vorwärts.

Die ersten Versuche mit diesem Systeme wurden schon im Jahre 1732 und in größerem Maßstabe 1820 zu Lyon auf der Saône durch Tourasse und Courteaut angestellt. Dabei befestigte man aber ein Zugseil am Ufer und setzte die Trommel auf dem Schiffe durch Pferde in Bewegung. Im März 1822 wurden dann auf der Rhone zwischen Givors und Lyon unter Anwendung der Dampfkraft Versuche angestellt, und das Gleiche that auch Vinchon de Quémont in dem nämlichen Jahre auf der Seine. Wiewol bei allen diesen Versuchen keine durchlaufende Kette in Anwendung kam, sondern die Zugkette immer von neuem wieder durch ein Boot ein Stück vorwärts geschafft werden mußte, ehe das Schiff in Gang gesetzt werden konnte, so erschienen doch die Resultate so befriedigend, daß bereits im Jahre 1825 sich unter der Leitung von Edouard de Rigny eine Gesellschaft zum Befahren der Seine auf der Strecke Rouen-Paris nach

diesem Systeme bildete. Man bediente sich hier hauptsächlich der auf der Saône gemachten Erfahrungen, wendete aber eine durchlaufende Kette an. Es ist nun dieses System, im Einzelnen mehrfach verbessert, seit längerer Zeit auf der oberen wie auf der unteren Seine im Betrieb. Man bedient sich gegenwärtig eiserner Dampfer, sogenannter Rollendampfer, mit flachem Boden, welche höchstens 40 Centimeter Tiefgang haben. Die Maschine von 35 bis 40 Pferdekräften ist in der Mitte aufgestellt, vor und hinter ihr liegen die Dampfkessel. Die beiden Trommeln, über welche die Kette geht, nebst dem zugehörigen Bewegungsmechanismus ragen über das Verdeck hervor. Am Hinter- und am Vordertheile des Schiffes sind Leitrollen zur Aufnahme der Kette angebracht. Das Maximum der Geschwindigkeit beträgt stromaufwärts 6000, stromabwärts 12000 Meter. Die Zugkraft ist je nach der Strömung veränderlich. In Paris, wo die letztere nur gering ist, hängt man 8 bis 10 Schleppkähne zu je 250 Tonnen Tragkraft an einen Dampfer, außerhalb der Stadt nur 6, an der Brücke von Melun nur 4. Die Kosten sollen um etwa 30 Procent niedriger sein, als bei Anwendung der Zugkraft der Pferde. Auch die Geschwindigkeit ist eine größere: während man zu der 106 Kilometer langen Strecke von Paris nach Montereau mit Pferden 6 bis 8 Tage braucht, legen die Rollendampfer den Weg schon in 2 bis 3 Tagen zurück.

Auch anderwärts hat man das System der Kettenschifffahrt bereits anzuwenden angefangen. An manchen Orten hat man es zu Trajectanstalten benutzt, wobei die Kette quer durch den Fluß geht, z. B. auf dem Nil. In den Niederlanden befindet sich eine kleine Anlage, welche zur Beförderung der Schiffe über den Pampus aus dem Zuiderzee nach dem Y dient. In Deutschland hat schon vor mehreren Jahren eine Gesellschaft die Concession für die Rheinstrecke zwischen Ruhrort und Coblenz nachgesucht; doch ist der Plan dort nicht zur Ausführung gekommen. Für die Unterelbe hat im vorigen Jahre die Magdeburger Dampfschifffahrtsgesellschaft die Sache in die Hand genommen, und es steht also zu erwarten, daß auch in Deutschland dieses System, wenn anders es sich wirklich für den Frachttransport bewährt, in Anwen-

dung kommen wird. Geschieht dieses, so wird es keine Schwierigkeit machen, die jetzt zum Schleppdienst verwendeten Raddampfer in Rollendampfer umzuwandeln; neue Fahrzeuge aber wird man schwächer bauen, als die bisherigen Schlepper. Die geringeren Transportkosten, welche das neue System verursacht, dürften namentlich für den Versandt von Massengütern, welche keine hohen Transportkosten vertragen, wie Kohlen, von günstigem Einflusse sein.

Abgesehen von den eben erwähnten Rollendampfern hatten die bisherigen Dampfschiffe als Bewegungsmechanismen entweder Schaufelräder, oder Schrauben. Bei jenen ist der Stoß der Radschaufel gegen die Wassermasse, bei diesen dagegen der Druck, welchen die Flügel der rotirenden Schraube gegen das Wasser ausüben, die bewegende Kraft. In neuerer Zeit hat man nun noch versucht, eine dritte Wirkung des Wassers, die sogenannte Reaktion, zum Betriebe von Dampfschiffen zu verwenden. Es ist das diejenige Kraftäußerung, welche bisher vorzugsweise beim Segner'schen Wasserrade und bei gewissen Turbinenconstruktionen Anwendung fand und die im Grunde eine Folge des Druckes ist, der das in einem Gefäße befindliche Wasser auf die Wände des letzteren ausübt. Diese Kraftäußerung besteht darin, daß, wenn man aus dem unteren Theile eines mit Wasser gefüllten Gefäßes das Wasser durch eine Seitenöffnung ausströmen läßt, das Gefäß, sofern dieses möglich ist, sich nach der Seite bewegt, die der Richtung des ausströmenden Wassers gerade entgegengesetzt ist. Das Wasser nämlich drückt auf alle Theile in der Seitenwand des Gefäßes; wenn aber keine Seitenöffnung vorhanden ist, so heben sich alle diese Drücke auf, weil immer je zwei Theile der Seitenwand sich paarweise gegenüber liegen, welche gleichgroße Drücke in entgegengesetztem Sinne erleiden, die sich gegenseitig vernichten. Ist dagegen eine Oeffnung in der Seitenwand vorhanden, so strömt durch diese das Wasser ungehindert aus, dem Drucke auf den gegenüberliegenden, mit der Oeffnung gleichgroßen Theil der Seitenwand steht also kein Gegendruck entgegen und es muß also dieser Druck eine Bewegung in dem schon angegebenen Sinne erzeugen.

Diese Wirkung des Wassers hat man nun benutzt zur

Construktion sogenannter Reaktions- oder Turbinendampfer, und es sind ganz kürzlich Zeitungsnachrichten zufolge mit einem solchen Dampfer Versuche auf der Themse angestellt worden, die als sehr befriedigend bezeichnet werden. Bei dieser Art von Dampfern setzt die Dampfmaschine eine Centrifugalpumpe in Bewegung, welche das durch den Boden des Schiffes aufgesogene Wasser mit beträchtlicher Geschwindigkeit in ein Paar vertikale, unten mit einem horizontalen Ausflußrohre versehene Röhren treibt, von denen sich auf jeder Seite des Schiffes eine befindet. Nach dem, was vorher erwähnt worden, ist klar, daß, wenn die horizontalen Ausflußröhren nach hinten gerichtet sind, das Schiff durch die Reaktion des ausströmenden Wassers vorwärts getrieben werden muß. Die vertikalen Röhren sind aber willkürlich drehbar, man kann also auch die eine Ausflußöffnung nach vorn, die andere nach hinten richten; dann wird das Schiff sich gleich einem Kreisel um eine vertikale Achse drehen. Man bemerkt überhaupt, daß man ohne Benutzung eines Steuerruders, nur durch verschiedene Stellung der Ausflußröhren das Schiff nach jeder beliebigen Richtung lenken kann, und es bildet in der That die leichte Lenkbarkeit und große Manövrirfähigkeit einen besondern Vorzug dieses neuen Systems von Dampfschiffen. Wenn es sich nun in der That bestätigen sollte, daß, wie bisher berichtet wird, dies Turbinendampfboot an Geschwindigkeit einem guten Räderschiffe mit gleicher Maschinenkraft nicht nachsteht, so hätte das neue System wohl einige Aussicht auf Einführung in die Praxis.

Es muß indessen noch bemerkt werden, daß der oben erwähnte Versuch nicht der erste seiner Art, und daß das Reaktionsdampfschiff weder eine ganz neue, noch eine englische Erfindung ist. Ob freilich das angebliche erste Dampfboot, welches der spanische Capitän Blasco de Garay am 17. Juni 1543 in Gegenwart Kaiser Karls V. im Hafen von Barcellona ohne Ruder in Bewegung gesetzt haben soll, schon ein Turbinendampfer gewesen, wie vermuthet worden, das muß unentschieden bleiben. Dagegen hat bereits im Frühjahre 1856 der Schiffsbaumeister A. Seydell in Grabow bei Stettin ein derartiges Schiff von ungefähr 30 Pferdekraft vollendet, den „Albert,“ der von

der Stettiner Dampfschleppschifffahrtsgesellschaft übernommen wurde und eine Reihe von Jahren hindurch zu voller Zufriedenheit als Passagierboot auf der Oder zwichen Stettin und Schwedt fuhr, auch im Jahre 1857 eine Fahrt nach Berlin unternahm. Ferner ist erst vor ein Paar Jahren ein eiserner Reaktionsdampfer aus der berühmten Maschinenwerkstatt in Seraing bei Lüttich hervorgegangen, der gleichfalls Befriedigendes geleistet haben soll.

Wir wenden jetzt unsere Aufmerksamkeit einem Gebiete der Technologie zu, in welchem namentlich seit der Baumwollnoth der letzten Jahre ein neuer Aufschwung eingetreten ist; wir meinen

die Flachsindustrie.

Seitdem die Maschinenspinnerei eingeführt worden, ist Deutschland, welches in früherer Zeit in der Flachsindustrie die erste Stelle einnahm, von diesem Platze verdrängt und von Großbritannien, Irland, Belgien und Holland überflügelt worden, da die Handspinnerei der Maschinenarbeit gegenüber nicht mit Erfolg zu konkurriren vermag. Insbesondere haben Großbritannien und Irland in dieser Branche dem ganzen Europäischen Continente gegenüber ein bedeutendes Uebergewicht erlangt. Der jüngste amerikanische Krieg und die damit verbundene Baumwollnoth hat nun, wie überall, so auch in Deutschland, der Flachsindustrie einen neuen Aufschwung gegeben. Soll dieser günstige Zustand von Dauer sein, so ist unumgänglich nothwendig, daß die in vielen Gegenden unseres Vaterlandes noch übliche Handspinnerei durch mechanische Spinnerei ersetzt wird. Die Maschinenspinnerei hat aber dann nur wieder Aussicht auf Erfolg, wenn außer einer sorgfältigeren Cultur der Flachspflanze auch eine rationelle Zubereitung des Flachses selbst Platz greift. Diese Zubereitungsarbeiten, denen das geriffelte, d. h. seiner Samenkapseln beraubte Flachsstroh unterworfen wird, bestehen bekanntlich in der Röste oder Rotte, einem Gährungsprozesse, durch welchen die Verbindung der Flachsfaser mit den holzigen Theilen des Stengels gelockert wird, und in den mechanischen Prozessen des Brechens, Schwingens und Hechelns, durch welche diese Holz-

theile allmälig entfernt und zugleich die Fasern parallel geordnet werden. Alle diese Arbeiten waren früher und sind in vielen Gegenden noch heute in der Hand des Flachsbauers selbst. Soll unsere Flachsindustrie aber wieder dauernd zur Blüthe gelangen, so müssen diese Arbeiten fabrikmäßig in besonderen Anstalten vorgenommen werden, die den Flachs womöglich gleich auf dem Stengel aufkaufen und weiter verarbeiten. Da das Flachsstroh seines großen Volumens wegen viele Transportspesen macht, so müssen diese Flachsbereitungsanstalten inmitten der Flachs bauenden Bezirke selbst errichtet werden, damit sie aus einem Umkreise von wenigen Stunden nur ihr Material beziehen können.

Wenden wir uns nun zu den einzelnen oben erwähnten Prozessen selbst, so ist zuerst die Röste zu erwähnen. An vielen Orten, namentlich auch in den wallonischen Provinzen Belgiens, ist allerdings die seit Alters her übliche Luft- oder Thauröste, bei welcher der Flachs auf dem Felde ausgebreitet und dem Einfluße der Luft und Feuchtigkeit Preis gegeben wird, noch im Gebrauch. Allein einestheils ist dieser ganze Prozeß ziemlich langwierig, dann ist auch sein Erfolg von der Witterung abhängig und endlich ist der Prozeß für das erzeugte Product selbst nach Qualität und Quantität sehr wenig günstig. In einem Blaubuche, welches dem englischen Parlamente im Jahre 1863 vorgelegt wurde, giebt Rob. Baker an, daß diese Art der Röste nur 12 bis 14 Procent Flachs liefert, während die Wasserröste 23 bis 33 Procent giebt. Bei dem letzteren Verfahren der Wasserröste wird der Flachs entweder in stillstehendes oder in fließendes Wasser gelegt; letzteres ist besonders in der Umgegend von Courtray in Westflandern üblich und es wird auf diese Weise der vorzüglichste belgische Flachs gewonnen. Der Langwierigkeit dieses Processes wegen hat man indessen beim fabrikmäßigen Betriebe nach kürzeren Röstmethoden gesucht und es hat sich namentlich in Irland die im Jahre 1847 von Schenck aus Nordamerika nach England gebrachte Warmwasserröste Eingang verschafft. Bei diesem Verfahren wird der Flachs 60 bis 90 Stunden lang in hölzernen Bottichen oder gemauerten Gruben in Wasser getaucht, welches durch Dampf allmälig bis zu einer

Temperatur von 20 bis höchstens 26 Grad Réaumur erwärmt wird. Es hat sich diese Methode unter allen bisher in Vorschlag gebrachten für den fabrikmäßigen Betrieb am besten bewährt.

Von neueren Methoden, die gleichfalls auf den fabrikmäßigen Betrieb berechnet sind, sind folgende zwei zu erwähnen.

Die Rösse, welche sich Billings in Belgien hat patentiren lassen, hat das Eigenthümliche, daß die härtesten Theile, wie die obersten Theile des Flachses, der Einwirkung stärker ausgesetzt werden, als die weicheren Theile in der Nähe der Wurzel. Zu dem Zwecke werden die Pflanzen mit der härtesten Theilen nach unten in Wasser von 30 bis 32 Grad Celsius (24 Grad Réaumur oder etwas darüber) getaucht, bis in den eingetauchten Theilen der Gährungproceß beginnt. Dann taucht man das Flachsstroh immer tiefer und tiefer ein, bis die Röste in der ganzen Masse in Gang kommt. Später werden die Flachsstengel getrocknet und schließlich läßt man in einem besonders hierzu construirten Behälter heiße Luft in der Längsrichtung der Stengel hindurch streichen.

Bei der vom Wirthschaftsdirektor Franz Kropf in Bodenbach empfohlenen Röste werden die Leinstengel erst 1 bis 2 Stunden in einen Bottich gebracht, der mit siedendheißer verdünnter Sodalösung (16 bis 32 Loth Soda auf den Eimer Wasser) gefüllt ist, worauf man das dunkel gefärbte Wasser ablaufen läßt und durch neues warmes Wasser ersetzt, in welchem 5 bis 10 Loth Seife per Eimer aufgelöst sind. Man setzt das Kochen fort, bis im Ganzen wenigstens vier Stunden verstrichen sind, worauf die Stengel aus der Flüssigkeit herausgenommen werden. Dieselben werden nun zunächst gepresst oder durch Walzen gezogen, um das anhaftende Gummi zu entfernen, und dann tüchtig in warmem Wasser gewaschen. Die Dauer des ganzen Prozesses hängt natürlich ab von der Beschaffenheit des Materiales, soll aber nicht mehr als 6 Stunden betragen. Frisch geärntete Stengel verlangen einen schwächeren Prozeß, als ältere, gut getrocknete. Als besonderer Vorzug des Verfahrens wird außer der kurzen Dauer noch der Umstand gerühmt, daß man auf diese Weise einen hochfeinen Flachs

gewinnt. Ferner werden die Ungleichheiten der Flachsqualität bei diesem Verfahren vermindert; Stengel, die bei der Thauröste unvollkommen behandelt wurden, deren Faser aber nicht durch Fäulniß gelitten hat, lassen sich noch tauglich machen.

Der nächste Prozeß ist das Brechen. Früher bediente man sich hierzu der hinlänglich bekannten Handbreche, die auf dem Lande auch noch vielfach im Gebrauch ist, mit Ausnahme Belgiens, wo man sich des Botthammers bedient, mit welchen man die Flachsstengel klopft. Für den Fabrikbetrieb hat man eine große Anzahl Brechmaschinen construirt, bei denen die Flachsstengel in der Regel zwischen geriffelten, durch Zahnräder mit einander verbundenen Walzen durchgezogen werden.

Nach diesem Principe ist z. B. die Flachs- und Hanfbreche von Guild construirt, welche auf der landwirthschaftlichen Ausstellung in Dresden im Jahre 1865 prämiirt wurde. Hier sind zwei Walzenpaare hinter einander angebracht, so daß die Walzen eines Paares über einander liegen. Die Riffeln der zwei Walzen zwischen denen des Flachs zuerst durchgehen muß, sind gröber als die des zweiten Paares. Da indessen durch das Durchgehen zwischen den Walzen allein die Holztheile der Flachsstengel nicht ordentlich zerbrochen und beseitigt werden würden, so ist noch ein sehr einfacher Mechanismus angebracht, welcher den Walzen während ihrer Umdrehung eine rüttelnde Bewegung in der Richtung ihrer Peripherie ertheilt, so daß die Riffeln bald vorwärts und bald rückwärts gegen einander schlagen.

Bei der Brechmaschine von J. H. Dickson in London wird das Stroh der Länge nach auf eine mit geriffelter Oberfläche versehene Platte gelegt und so unter geriffelten Walzen durchgeführt, welche sich durch Reibung mit der Platte bewegen. Letztere ruht mittels Gleitrollen auf Schienen und wird durch eine Zugstange in Bewegung gesetzt. Die Vertiefungen zwischen den einzelnen Riffeln der Platte sind unten offen, so daß die sich vom Stengel loslösenden Holztheile unten durchfallen können; die Tiefe, bis zu welcher die Riffeln der Walze in die der Platte eingreifen, kann durch Schrauben regulirt werden.

An dieser Maschine hat Dickson noch eine Vorrichtung zum Entfernen der Samenkapseln angebracht. Dieselbe besteht aus einer breiten geriffelten Walze gegen welche zwei oder mehr kleinere Walzen durch Federn angedrückt werden. Man läßt nun die Flachsstengel mit den Kopfende voran zwischen der großen Walze und der kleinern durchgehen, wodurch die Kapseln zerdrückt werden und abfallen, ohne daß die Enden der Stengel abreißen oder die Fasern eine Beschädigung erleiden. Aehnliche Vorrichtungen hat man schon früher zu dem gleichen Zwecke construirt.

Anders ist die Brechmaschine von Joseph Friedländer in Breslau eingerichtet. Diese ist ein Pochwerk, bearbeitet also den Flachs nach belgischer Art. Sie hat eine Anzahl geschlitzter Stempel, welche 8 bis 900 Hübe in der Minute machen, die Holztheile des Strohes sehr schnell zerknicken und die Fasen weich und verfeinerungsfähig machen, ohne ihre Haltbarkeit zu beinträchtigen.

Die beiden nächsten Operationen, das Schwingen und Brechen bezwecken zunächst eine vollständige Entfernung der holzigen Stengeltheile, die als Annen oder Schäbe abfallen, ferner die Absonderung der kürzeren Fasen, des sogenannten Werges, und endlich eine parallele Anordnung der Fasern.

Auf der Londoner Industrieausstellung von 1862 erregte die Flachsbearbeitungsmaschine von John Rowan und Söhne in Belfast, welche die Arbeiten des Brechens und Schwingens zugleich verrichtete, großes Aufsehen. Man erwartete von ihr eine totale Umwälzung in der Zubereitung des Flachses; indessen hat sie diese hochgespannten Erwartungen nicht befriedigt und ist daher in neuerer Zeit durch die gleich zu erwähnende Friedländersche Maschine verdrängt worden. Die wesentliche Einrichtung dieser Rowan'schen Maschine besteht in einer rasch rotirenden Trommel, an welcher sich parallel zur Achse Schlagplatten befinden, die um Scharniere drehbar sind, in Folge der Centrifugalkraft eine radiale Lage einnehmen und in dieser Lage den dargebotenen Flachs bearbeiten. Man tadelt besonders, daß die Entfernug der Schäbe aus der Mitte des Flachses sich nicht ohne großen Verlust bewerkstelligen läßt.

Neben der Rowan'schen erregte auf der erwähnten Aus-

Construktion sogenannter Reaktions- oder Turbinendampfer, und es sind ganz kürzlich Zeitungsnachrichten zufolge mit einem solchen Dampfer Versuche auf der Themse angestellt worden, die als sehr befriedigend bezeichnet werden. Bei dieser Art von Dampfern setzt die Dampfmaschine eine Centrifugalpumpe in Bewegung, welche das durch den Boden des Schiffes aufgesogene Wasser mit beträchtlicher Geschwindigkeit in ein Paar vertikale, unten mit einem horizontalen Ausflußrohre versehene Röhren treibt, von denen sich auf jeder Seite des Schiffes eine befindet. Nach dem, was vorher erwähnt worden, ist klar, daß, wenn die horizontalen Ausflußröhren nach hinten gerichtet sind, das Schiff durch die Reaktion des ausströmenden Wassers vorwärts getrieben werden muß. Die vertikalen Röhren sind aber willkürlich drehbar, man kann also auch die eine Ausflußöffnung nach vorn, die andere nach hinten richten; dann wird das Schiff sich gleich einem Kreisel um eine vertikale Achse drehen. Man bemerkt überhaupt, daß man ohne Benutzung eines Steuerruders, nur durch verschiedene Stellung der Ausflußröhren das Schiff nach jeder beliebigen Richtung lenken kann, und es bildet in der That die leichte Lenkbarkeit und große Manövrirfähigkeit einen besondern Vorzug dieses neuen Systems von Dampfschiffen. Wenn [illegible] sich nun in der That bestätigen sollte, daß, wie [illegible] htet wird, dies Turbinendampfboot an Geschwin[illegible] guten Rä[illegible] mit gleicher Maschinenkraft [illegible] eht, so [illegible] System wohl einige [illegible] Einführung [illegible]

Es muß indeß [illegible] kt werd[illegible] erwähnte Versuch [illegible] seiner [illegible] ktionsdampfsch[illegible] ganz [illegible] rfindung [illegible] das [illegible] welches [illegible]

der Stettiner Dampfschleppschifffahrts[illegible] wurde und eine Reihe von Jahren [illegible] friedenheit als Passagierboot auf der [illegible] und Schwedt fuhr, auch im Jahre [illegible] Berlin unternahm. Ferner ist erst [illegible] ein eiserner Reaktionsdampfer aus der [illegible] werkstatt in Seraing bei Lüttich her[illegible] falls Befriedigendes geleistet haben soll.

Wir wenden jetzt unsere Aufmerk[illegible] der Technologie zu, in welchem nament[illegible] wollnoth der letzten Jahre ein neuer [illegible] ist; wir meinen

die Flachsindustrie.

Seitdem die Maschinenspinnerei eingeführt [illegible] land, welches in früherer Zeit in der [illegible] Stelle einnahm, von diesem Platze ver[illegible] britannien, Irland, Belgien und Holland [illegible] da die Handspinnerei der Maschinen[illegible] mit Erfolg zu konkurriren vermag. [illegible] Großbritannien und Irland in dieser [illegible] Europäischen Continente gegenüber ein [illegible] wicht erlangt. Der jüngste amerikan[illegible] damit verbundene Baumwollnoth hat [illegible] in Deutschland, der Flachsindustrie [illegible] gegeben. Soll dieser günstige [illegible] ist unumgänglich nothwendig [illegible] unseres [illegible] noch [illegible] chanisch[illegible] ersetzt [illegible] hat [illegible] wieder [illegible] ßer [illegible] rat[illegible] ung des [illegible] Diese[illegible] beiten, [illegible] ner [illegible] in der [illegible] rch [illegible] n Theilen [illegible] ischen [illegible] eins, [illegible]

diesem Systeme bildete. Man bediente sich hier hauptsächlich der auf der Saône gemachten Erfahrungen, wendete aber eine durchlaufende Kette an. Es ist nun dieses System, im Einzelnen mehrfach verbessert, seit längerer Zeit auf der oberen wie auf der unteren Seine im Betrieb. Man bedient sich gegenwärtig eiserner Dampfer, sogenannter Rollendampfer, mit flachem Boden, welche höchstens 40 Centimeter Tiefgang haben. Die Maschine von 35 bis 40 Pferdekräften ist in der Mitte aufgestellt, vor und hinter ihr liegen die Dampfkessel. Die beiden Trommeln, über welche die Kette geht, nebst dem zugehörigen Bewegungsmechanismus ragen über das Verdeck hervor. Am Hinter- und am Vordertheile des Schiffes sind Leitrollen zur Aufnahme der Kette angebracht. Das Maximum der Geschwindigkeit beträgt stromaufwärts 6000, stromabwärts 12000 Meter. Die Zugkraft ist je nach der Strömung veränderlich. In Paris, wo die letztere nur gering ist, hängt man 8 bis 10 Schleppkähne zu je 250 Tonnen Tragkraft an einen Dampfer, außerhalb der Stadt nur 6, an der Brücke von Melun nur 4. Die Kosten sollen um etwa 30 Procent niedriger sein, als bei Anwendung der Zugkraft der Pferde. Auch die Geschwindigkeit ist eine größere: während man zu der 106 Kilometer langen Strecke von Paris nach Montereau mit Pferden 6 bis 8 Tage braucht, legen die Rollendampfer den Weg schon in 2 bis 3 Tagen zurück.

Auch anderwärts hat man das System der Kettenschifffahrt bereits anzuwenden angefangen. An manchen Orten hat man es zu Trajectanstalten benutzt, wobei die Kette quer durch den Fluß geht, z. B. auf dem Nil. In den Niederlanden befindet sich eine kleine Anlage, welche zur Beförderung der Schiffe über den Pampus aus dem Zuiderzee nach dem Y dient. In Deutschland hat schon vor mehreren Jahren eine Gesellschaft die Concession für die Rheinstrecke zwischen Ruhrort und Coblenz nachgesucht; doch ist der Plan dort nicht zur Ausführung gekommen. Für die Unterelbe hat im vorigen Jahre die Magdeburger Dampfschifffahrtsgesellschaft die Sache in die Hand genommen, und es steht also zu erwarten, daß auch in Deutschland dieses System, wenn anders es sich wirklich für den Frachttransport bewährt, in Anwen-

dung kommen wird. Geschieht dieses, so wird es keine Schwierigkeit machen, die jetzt zum Schleppdienst verwendeten Raddampfer in Rollendampfer umzuwandeln; neue Fahrzeuge aber wird man schwächer bauen, als die bisherigen Schlepper. Die geringeren Transportkosten, welche das neue System verursacht, dürften namentlich für den Versandt von Massengütern, welche keine hohen Transportkosten vertragen, wie Kohlen, von günstigem Einflusse sein.

Abgesehen von den eben erwähnten Rollendampfern hatten die bisherigen Dampfschiffe als Bewegungsmechanismen entweder Schaufelräder, oder Schrauben. Bei jenen ist der Stoß der Radschaufel gegen die Wassermasse, bei diesen dagegen der Druck, welchen die Flügel der rotirenden Schraube gegen das Wasser ausüben, die bewegende Kraft. In neuerer Zeit hat man nun noch versucht, eine dritte Wirkung des Wassers, die sogenannte Reaktion, zum Betriebe von Dampfschiffen zu verwenden. Es ist das diejenige Kraftäußerung, welche bisher vorzugsweise beim Segner'schen Wasserrade und bei gewissen Turbinenconstruktionen Anwendung fand und die im Grunde eine Folge des Druckes ist, der das in einem Gefäße befindliche Wasser auf die Wände des letzteren ausübt. Diese Kraftäußerung besteht darin, daß, wenn man aus dem unteren Theile eines mit Wasser gefüllten Gefäßes das Wasser durch eine Seitenöffnung ausströmen läßt, das Gefäß, sofern dieses möglich ist, sich nach der Seite bewegt, die der Richtung des ausströmenden Wassers gerade entgegengesetzt ist. Das Wasser nämlich drückt auf alle Theile in der Seitenwand des Gefäßes; wenn aber keine Seitenöffnung vorhanden ist, so heben sich alle diese Drücke auf, weil immer je zwei Theile der Seitenwand sich paarweise gegenüber liegen, welche gleichgroße Drücke in entgegengesetztem Sinne erleiden, die sich gegenseitig vernichten. Ist dagegen eine Oeffnung in der Seitenwand vorhanden, so strömt durch diese das Wasser ungehindert aus, dem Drucke auf den gegenüberliegenden, mit der Oeffnung gleichgroßen Theil der Seitenwand steht also kein Gegendruck entgegen und es muß also dieser Druck eine Bewegung in dem schon angegebenen Sinne erzeugen.

Diese Wirkung des Wassers hat man nun benutzt zur

Construktion sogenannter Reaktions= oder Turbinen=dampfer, und es sind ganz kürzlich Zeitungsnachrichten zufolge mit einem solchen Dampfer Versuche auf der Themse angestellt worden, die als sehr befriedigend bezeichnet werden. Bei dieser Art von Dampfern setzt die Dampfmaschine eine Centrifugalpumpe in Bewegung, welche das durch den Boden des Schiffes aufgesogene Wasser mit beträchtlicher Geschwindigkeit in ein Paar vertikale, unten mit einem horizontalen Ausflußrohre versehene Röhren treibt, von denen sich auf jeder Seite des Schiffes eine befindet. Nach dem, was vorher erwähnt worden, ist klar, daß, wenn die horizontalen Ausflußröhren nach hinten gerichtet sind, das Schiff durch die Reaktion des ausströmenden Wassers vorwärts getrieben werden muß. Die vertikalen Röhren sind aber willkürlich drehbar, man kann also auch die eine Ausflußöffnung nach vorn, die andere nach hinten richten; dann wird das Schiff sich gleich einem Kreisel um eine vertikale Achse drehen. Man bemerkt überhaupt, daß man ohne Benutzung eines Steuerruders, nur durch verschiedene Stellung der Ausflußröhren das Schiff nach jeder beliebigen Richtung lenken kann, und es bildet in der That die leichte Lenkbarkeit und große Manövrirfähigkeit einen besondern Vorzug dieses neuen Systems von Dampfschiffen. Wenn es sich nun in der That bestätigen sollte, daß, wie bisher berichtet wird, dies Turbinendampfboot an Geschwindigkeit einem guten Räderschiffe mit gleicher Maschinenkraft nicht nachsteht, so hätte das neue System wohl einige Aussicht auf Einführung in die Praxis.

Es muß indessen noch bemerkt werden, daß der oben erwähnte Versuch nicht der erste seiner Art, und daß das Reaktionsdampfschiff weder eine ganz neue, noch eine englische Erfindung ist. Ob freilich das angebliche erste Dampfboot, welches der spanische Capitän Blasco de Garay am 17. Juni 1543 in Gegenwart Kaiser Karls V. im Hafen von Barcellona ohne Ruder in Bewegung gesetzt haben soll, schon ein Turbinendampfer gewesen, wie vermuthet worden, das muß unentschieden bleiben. Dagegen hat bereits im Frühjahre 1856 der Schiffsbaumeister A. Seydell in Grabow bei Stettin ein derartiges Schiff von ungefähr 30 Pferdekraft vollendet, den „Albert," der von

der Stettiner Dampfschleppschifffahrtsgesellschaft übernommen wurde und eine Reihe von Jahren hindurch zu voller Zufriedenheit als Passagierboot auf der Oder zwichen Stettin und Schwedt fuhr, auch im Jahre 1857 eine Fahrt nach Berlin unternahm. Ferner ist erst vor ein Paar Jahren ein eiserner Reaktionsdampfer aus der berühmten Maschinenwerkstatt in Seraing bei Lüttich hervorgegangen, der gleichfalls Befriedigendes geleistet haben soll.

Wir wenden jetzt unsere Aufmerksamkeit einem Gebiete der Technologie zu, in welchem namentlich seit der Baumwollnoth der letzten Jahre ein neuer Aufschwung eingetreten ist; wir meinen

die Flachsindustrie.

Seitdem die Maschinenspinnerei eingeführt worden, ist Deutschland, welches in früherer Zeit in der Flachsindustrie die erste Stelle einnahm, von diesem Platze verdrängt und von Großbritannien, Irland, Belgien und Holland überflügelt worden, da die Handspinnerei der Maschinenarbeit gegenüber nicht mit Erfolg zu conkurriren vermag. Insbesondere haben Großbritannien und Irland in dieser Branche dem ganzen Europäischen Continente gegenüber ein bedeutendes Uebergewicht erlangt. Der jüngste amerikanische Krieg und die damit verbundene Baumwollnoth hat nun, wie überall, so auch in Deutschland, der Flachsindustrie einen neuen Aufschwung gegeben. Soll dieser günstige Zustand von Dauer sein, so ist unumgänglich nothwendig, daß die in vielen Gegenden unseres Vaterlandes noch übliche Handspinnerei durch mechanische Spinnerei ersetzt wird. Die Maschinenspinnerei hat aber dann nur wieder Aussicht auf Erfolg, wenn außer einer sorgfältigeren Cultur der Flachspflanze auch eine rationelle Zubereitung des Flachses selbst Platz greift. Diese Zubereitungsarbeiten, denen das geriffelte, d. h. seiner Samenkapseln beraubte Flachsstroh unterworfen wird, bestehen bekanntlich in der Röste oder Rotte, einem Gährungsprozesse, durch welchen die Verbindung der Flachsfaser mit den holzigen Theilen des Stengels gelockert wird, und in den mechanischen Prozessen des Brechens, Schwingens und Hechelns, durch welche diese Holz-

theile allmälig entfernt und zugleich die Fasern parallel geordnet werden. Alle diese Arbeiten waren früher und sind in vielen Gegenden noch heute in der Hand des Flachsbauers selbst. Soll unsere Flachsindustrie aber wieder dauernd zur Blüthe gelangen, so müssen diese Arbeiten fabrikmäßig in besonderen Anstalten vorgenommen werden, die den Flachs womöglich gleich auf dem Stengel aufkaufen und weiter verarbeiten. Da das Flachsstroh seines großen Volumens wegen viele Transportspesen macht, so müssen diese Flachsbereitungsanstalten inmitten der Flachs bauenden Bezirke selbst errichtet werden, damit sie aus einem Umkreise von wenigen Stunden nur ihr Material beziehen können.

Wenden wir uns nun zu den einzelnen oben erwähnten Prozessen selbst, so ist zuerst die Röste zu erwähnen. An vielen Orten, namentlich auch in den wallonischen Provinzen Belgiens, ist allerdings die seit Alters her übliche Luft- oder Thauröste, bei welcher der Flachs auf dem Felde ausgebreitet und dem Einfluße der Luft und Feuchtigkeit Preis gegeben wird, noch im Gebrauch. Allein einestheils ist dieser ganze Prozeß ziemlich langwierig, dann ist auch sein Erfolg von der Witterung abhängig und endlich ist der Prozeß für das erzeugte Product selbst nach Qualität und Quantität sehr wenig günstig. In einem Blaubuche, welches dem englischen Parlamente im Jahre 1863 vorgelegt wurde, giebt Rob. Baker an, daß diese Art der Röste nur 12 bis 14 Procent Flachs liefert, während die Wasserröste 23 bis 33 Procent giebt. Bei dem letzteren Verfahren der Wasserröste wird der Flachs entweder in stillstehendes oder in fließendes Wasser gelegt; letzteres ist besonders in der Umgegend von Courtray in Westflandern üblich und es wird auf diese Weise der vorzüglichste belgische Flachs gewonnen. Der Langwierigkeit dieses Processes wegen hat man indessen beim fabrikmäßigen Betriebe nach kürzeren Röstmethoden gesucht und es hat sich namentlich in Irland die im Jahre 1847 von Schenck aus Nordamerika nach England gebrachte Warmwasserröste Eingang verschafft. Bei diesem Verfahren wird der Flachs 60 bis 90 Stunden lang in hölzernen Bottichen oder gemauerten Gruben in Wasser getaucht, welches durch Dampf allmälig bis zu einer

Temperatur von 20 bis höchstens 26 Grad Réaumur erwärmt wird. Es hat sich diese Methode unter allen bisher in Vorschlag gebrachten für den fabrikmäßigen Betrieb am besten bewährt.

Von neueren Methoden, die gleichfalls auf den fabrikmäßigen Betrieb berechnet sind, sind folgende zwei zu erwähnen.

Die Röste, welche sich Billings in Belgien hat patentiren lassen, hat das Eigenthümliche, daß die härtesten Theile, wie die obersten Theile des Flachses, der Einwirkung stärker ausgesetzt werden, als die weicheren Theile in der Nähe der Wurzel. Zu dem Zwecke werden die Pflanzen mit der härtesten Theilen nach unten in Wasser von 30 bis 32 Grad Celsius (24 Grad Réaumur oder etwas darüber) getaucht, bis in den eingetauchten Theilen der Gährungproceß beginnt. Dann taucht man das Flachsstroh immer tiefer und tiefer ein, bis die Röste in der ganzen Masse in Gang kommt. Später werden die Flachsstengel getrocknet und schließlich läßt man in einem besonders hierzu construirten Behälter heiße Luft in der Längsrichtung der Stengel hindurch streichen.

Bei der vom Wirthschaftsdirektor Franz Kropf in Bodenbach empfohlenen Röste werden die Leinstengel erst 1 bis 2 Stunden in einen Bottich gebracht, der mit siedendheißer verdünnter Sodalösung (16 bis 32 Loth Soda auf den Eimer Wasser) gefüllt ist, worauf man das dunkel gefärbte Wasser ablaufen läßt und durch neues warmes Wasser ersetzt, in welchem 5 bis 10 Loth Seife per Eimer aufgelöst sind. Man setzt das Kochen fort, bis im Ganzen wenigstens vier Stunden verstrichen sind, worauf die Stengel aus der Flüssigkeit herausgenommen werden. Dieselben werden nun zunächst gepresst oder durch Walzen gezogen, um das anhaftende Gummi zu entfernen, und dann tüchtig in warmem Wasser gewaschen. Die Dauer des ganzen Prozesses hängt natürlich ab von der Beschaffenheit des Materiales, soll aber nicht mehr als 6 Stunden betragen. Frisch geärntete Stengel verlangen einen schwächeren Prozeß, als ältere, gut getrocknete. Als besonderer Vorzug des Verfahrens wird außer der kurzen Dauer noch der Umstand gerühmt, daß man auf diese Weise einen hochfeinen Flachs

gewinnt. Ferner werden die Ungleichheiten der Flachsqualität bei diesem Verfahren vermindert; Stengel, die bei der Thauröste unvollkommen behandelt wurden, deren Faser aber nicht durch Fäulniß gelitten hat, lassen sich noch tauglich machen.

Der nächste Prozeß ist das Brechen. Früher bediente man sich hierzu der hinlänglich bekannten Handbreche, die auf dem Lande auch noch vielfach im Gebrauch ist, mit Ausnahme Belgiens, wo man sich des Botthammers bedient, mit welchen man die Flachsstengel klopft. Für den Fabrikbetrieb hat man eine große Anzahl Brechmaschinen construirt, bei denen die Flachsstengel in der Regel zwischen geriffelten, durch Zahnräder mit einander verbundenen Walzen durchgezogen werden.

Nach diesem Principe ist z. B. die Flachs- und Hanfbreche von Guild construirt, welche auf der landwirthschaftlichen Ausstellung in Dresden im Jahre 1865 prämiirt wurde. Hier sind zwei Walzenpaare hinter einander angebracht, so daß die Walzen eines Paares über einander liegen. Die Riffeln der zwei Walzen zwischen denen des Flachs zuerst durchgehen muß, sind gröber als die des zweiten Paares. Da indessen durch das Durchgehen zwischen den Walzen allein die Holztheile der Flachsstengel nicht ordentlich zerbrochen und beseitigt werden würden, so ist noch ein sehr einfacher Mechanismus angebracht, welcher den Walzen während ihrer Umdrehung eine rüttelnde Bewegung in der Richtung ihrer Peripherie ertheilt, so daß die Riffeln bald vorwärts und bald rückwärts gegen einander schlagen.

Bei der Brechmaschine von J. H. Dickson in London wird das Stroh der Länge nach auf eine mit geriffelter Oberfläche versehene Platte gelegt und so unter geriffelten Walzen durchgeführt, welche sich durch Reibung mit der Platte bewegen. Letztere ruht mittels Gleitrollen auf Schienen und wird durch eine Zugstange in Bewegung gesetzt. Die Vertiefungen zwischen den einzelnen Riffeln der Platte sind unten offen, so daß die sich vom Stengel loslösenden Holztheile unten durchfallen können; die Tiefe, bis zu welcher die Riffeln der Walze in die der Platte eingreifen, kann durch Schrauben regulirt werden.

An dieser Maschine hat Dickson noch eine Vorrichtung zum Entfernen der Samenkapseln angebracht. Dieselbe besteht aus einer breiten geriffelten Walze gegen welche zwei oder mehr kleinere Walzen durch Federn angedrückt werden. Man läßt nun die Flachsstengel mit den Kopfende voran zwischen der großen Walze und der kleinern durchgehen, wodurch die Kapseln zerdrückt werden und abfallen, ohne daß die Enden der Stengel abreißen oder die Fasern eine Beschädigung erleiden. Aehnliche Vorrichtungen hat man schon früher zu dem gleichen Zwecke construirt.

Anders ist die Brechmaschine von Joseph Friedländer in Breslau eingerichtet. Diese ist ein Pochwerk, bearbeitet also den Flachs nach belgischer Art. Sie hat eine Anzahl geschlitzter Stempel, welche 8 bis 900 Hübe in der Minute machen, die Holztheile des Strohes sehr schnell zerknicken und die Fasen weich und verfeinerungsfähig machen, ohne ihre Haltbarkeit zu beinträchtigen.

Die beiden nächsten Operationen, das Schwingen und Brechen bezwecken zunächst eine vollständige Entfernung der holzigen Stengeltheile, die als Annen oder Schäbe abfallen, ferner die Absonderung der kürzeren Fasen, des sogenannten Werges, und endlich eine parallele Anordnung der Fasern.

Auf der Londoner Industrieausstellung von 1862 erregte die Flachsbearbeitungsmaschine von John Rowan und Söhne in Belfast, welche die Arbeiten des Brechens und Schwingens zugleich verrichtete, großes Aufsehen. Man erwartete von ihr eine totale Umwälzung in der Zubereitung des Flachses; indessen hat sie diese hochgespannten Erwartungen nicht befriedigt und ist daher in neuerer Zeit durch die gleich zu erwähnende Friedländersche Maschine verdrängt worden. Die wesentliche Einrichtung dieser Rowan'schen Maschine besteht in einer rasch rotirenden Trommel, an welcher sich parallel zur Achse Schlagplatten befinden, die um Scharniere drehbar sind, in Folge der Centrifugalkraft eine radiale Lage einnehmen und in dieser Lage den dargebotenen Flachs bearbeiten. Man tadelt besonders, daß die Entfernug der Schäbe aus der Mitte des Flachses sich nicht ohne großen Verlust bewerkstelligen läßt.

Neben der Rowan'schen erregte auf der erwähnten Aus=

stellung besonders die Schwingmaschine von Charles Mertens in Gheel (Belgien) viel Aufsehen durch ihre sinnreiche Construktion. Am besten in der Praxis bewährt hat sich aber bis jetzt die Schwingmaschine von Joseph Friedländer. Dieselbe ahmt genau die Arbeit der Handschwinge nach und besteht aus zwei Abtheilungen, von denen die eine zum Vorschwingen, die andere zum Reinschwingen dient.

Nachdem diese Maschine schon früher in renommirten Fabriken, z. B. in der Flachsgarnspinnerei von Spiegelberg und Comp. in Vechelde, in der Kaselowsky'schen Spinnerei in Bielefeld, bei der Société linière in Brüssel u. a. Anwendung gefunden, waren es besonders die im Jahre 1863 auf der Hamburger Ausstellung dargelegten günstigen Resultate, welche ihrer weiteren Verbreitung förderlich waren. Gegenwärtig hat sie in der ganzen Flachs bauenden Welt Anerkennung gefunden und selbst die Kaffern in Südafrika bedienen sich ihrer ebenso gut, wie die Weißen. Am meisten aber ist sie in Irland verbreitet, wo man den auf ihr gewonnenen Flachs durchgängig mit einem Schilling per Stone theuerer bezahlt als den auf andern Maschinen bearbeiteten. Wie weit diese Maschine die Rowan'sche an Leistungsfähigkeit übertrifft, das ist u. a. durch Versuche nachgewiesen worden, welche im Sommer 1864 von der Firma J. N. Russel u. Söhne in Limerick angestellt wurden. Dieselben verglichen mit einander die Leistungen einer Schwingmaschine älterer Construktion mit Schwingstock, einer Rowan'schen und einer Friedländer'schen Schwingmaschine. Bei dem ersten Versuche (I) wurden alle drei Maschinen von Arbeitern ihrer Verfertiger, beim zweiten (II) aber von Arbeitern der Herrn Russel bedient. Die Ergebnisse der Versuche waren folgende. Es lieferte

		per Ctr. Stroh.		per Arbeiter u. Tag = $10\frac{1}{2}$ St.		
I.	der Schwingstock	$23\frac{3}{16}$	Pfd.	86	Pfd.	Flachs
	Rowans Maschine	24	„	109	„	„
	Friedländers „	$25\frac{5}{16}$	„	108	„	„
II.	der Schwingstock	$20\frac{3}{4}$	„	92	„	„
	Rowans Maschine	20	„	105	„	„
	Friedländers „	$21\frac{7}{8}$	„	$111\frac{1}{2}$	„	„

Dabei ergab sich noch, daß der auf der Friedländer'schen Maschine erhaltene Flachs 9 Pence pro Stone mehr werth war, als der von den andern Maschinen gelieferte. Ueberhaupt dürfte in Hinsicht auf die Qualität des erhaltenen Flachses nur die belgische Handarbeit mit der Friedländerschen Schwingmaschine konkurriren können. Die Maschine arbeitet aber wenigstens viermal billiger.

Die Maschinen, welche zum Hecheln dienen, haben im Allgemeinen folgende Einrichtung. Der Flachs wird in schmale Risten abgetheilt, deren jede in einer Zange gehalten wird; diese Zangen sind in der Regel aus Stahl, sie werden durch einen Schraubenbolzen fest zusammengehalten und sind mit Filz oder Kautschuk ausgefüttert. Solcher Zangen befinden sich je nach der Größe der Maschinen 4 bis 6 oder 8 in einer Reihe neben einander. Diese Zangen kommen auf eine längs der ganzen Maschine in horizontaler Richtung fortlaufende, aus Eisenschienen gebildete und von zwei gekrümmten Flächen begrenzte Bahn, den sogenannten Wagen. Auf diesem sind die Zangen verschiebbar, wodurch die Risten nach und nach der Einwirkung immer feinerer Hecheln ausgesetzt werden. Die neu gespeisten Zangen werden an dem einen Ende des Wagens aufgegeben und am andern Ende kann der fertig gehechelte Flachs weggenommen werden. Der Wagen erhält durch Daumen eine vertikale Bewegung erst abwärts und dann aufwärts. Während dieser Bewegungen ist der Flachs der Einwirkung der Hecheln ausgesetzt; oben angelangt hält der Wagen mit seiner vertikalen Bewegung kurze Zeit inne und während dieser Zeit werden die Zangen durch Haken, die auf einer besondern Stange sitzen, fortgeschoben, so daß jede Flachsriste zur nächstfolgenden, feineren Hechel gelangt. Dann geht der Wagen wieder nieder. Die Hecheln sitzen quer auf endlosen Lederbändern, welche oben über kleine Scheiben, unten über größere Treibscheiben gehen. Die Befestigung der Hecheln ist derart, daß dieselben möglichst unter rechten Winkeln in den Flachs eingreifen können. Die Lederbänder, auf denen die Hecheln sitzen, haben eine Geschwindigkeit von etwa 800 Fuß in der Minute. Um das Werg aus den Hecheln zu entfernen sind noch besondere Stäbe an den erwähnten Scheiben angebracht, die durch die

Centrifugalkraft in radiale Stellung gebracht werden. Auch dienen zu demselben Zwecke mit Bürsten besetzte in continuirlicher Umdrehung befindliche Walzen.

Ein Hauptübelstand bei allen Hechelmaschinen ist bis jetzt die bedeutende Menge Abfall; man gewinnt bei den geringeren Sorten Flachs nur 40, bei den besseren 60 bis 75 Procent gehechelten Flachs.

Es erfolgen nun mit dem gehechelten Flachse die Operationen, welche man im Allgemeinen mit dem Namen der Präparation des Flachses belegt. Es sind dieses: 1. das Vereinigen der einzelnen Partien des gehechelten Flachses zu einem Bande auf der An- oder Vorlegemaschine (der Anlage); 2. das Verziehen und Doubliren dieser Bänder, theils auf der Anlage, theils auf den Strecken oder Durchzügen, und 3. das weitere Verziehen, verbunden mit einem gewissen Grade von Drehung auf der Spindelbank oder Vorspinnmaschine. Hierauf folgt endlich die letzte Operation, das Verziehen bis zu der geforderten Feinheit unter Beifügung der vollkommenen Drehung oder das Feinspinnen. In früherer Zeit wurde der Flachs ganz trocken versponnen, später aber befeuchtete man ihn durch ein Stück nassen Zeuges, das in Berührung mit den Streckwalzen gehalten wurde. Der große Aufschwung der Flachsindustrie datirt aber von dem durch Kay eingeführten Naßspinnen. Dabei wurde anfangs das Vorgespinnst in warmes Wasser so lange eingeweicht, bis es in einen Zustand der beginnenden Fäulniß gerieth. Weil aber hierdurch die Festigkeit der Faser litt, so versuchte man allerlei Aenderungen, bis man endlich zu der Erkenntniß kam, daß ein bloßes Durchziehen des Vorgespinnstes durch heißes Wasser genügt. Es ist eben nur nöthig, das in dem Flachse enthaltene Gummi soweit zu lösen oder zu erweichen, daß die Fasern sich gehörig leicht auseinander ziehen lassen.

Bekanntlich drückt man die Feinheit des Garnes in England und Deutschland durch die Ziffer aus, welche die Anzahl der in einem Pfunde enthaltenen leas oder Gebinde zu 300 Yards (1 Y. = 0,91438 Meter) Länge angiebt. Beim trockenen Feinspinnen war einer Angabe von Thomas Grenwood zufolge Nr. 40 die höchste Nummer, welche ge-

sponnen wurde, d. h. ein Pfund feinsten Garnes bildete einen Faden von 40. 300 = 12000 Yards, während jetzt bei dem verbesserten Naßspinnen Nr. 300 bis 400 ganz gewöhnlich hergestellt werden. Dieser Fortschritt ist allerdings nicht blos der Einführung des Naßspinnens, sondern noch verschiedenen anderen Verbesserungen zu verdanken. Trotz dieser Verbesserungen ist aber doch die Handspinnerei in Rücksicht auf die Feinheit des Garnes der Maschinenspinnerei noch beträchtlich überlegen; denn die erstere liefert Garn bis zu Nr. 1000 bis 1200. Von diesem Garne bildet also das Pfund einen Faden von 300,000 bis 360,000 Yards, d. i. 37 bis 42 geogr. Meilen Länge. Das feinste Garn, das im Preise dem gleichen Gewichte Gold gleichkommt, wird in Belgien gefertigt und zu den berühmten Brüsseler Spitzen verwendet.

Um feinere Flachsfasern zu erhalten wird der Flachsstengel auf der Flachsschneidemaschine in drei Theile zerschnitten, oder vielmehr zerrissen. Von den auf diese Art erhaltenen 3 Theilen ist der mittelste der beste, weil hier die Faser am gleichmäßigsten ist. Für manche Zwecke ist indessen die Anwendung des unzerschnittenen Langflachses absolut nothwendig, so namentlich für die Garne zu den besten Segelzeugen, die immer aus dem stärksten und längsten, mit der größten Sorgfalt vorbereiteten Flachse trocken gesponnen werden.

Eine sehr wichtige und lange Zeit nicht in befriedigender Weise gelöste Aufgabe ist die Reinigung des Werges, um dasselbe für die Maschinenspinnerei tauglich zu machen. Diesem Bedürfnisse scheint in den letzten Jahren durch die Werg-Schwing- und Reinigungsmaschine von Joseph Friedländer abgeholfen worden zu sein. Diese Maschine hat Aehnlichkeit mit einer Getraide-Dreschmaschine. Auf einer horizontalen Welle sitzt eine Trommel von 22 Zoll Durchmesser und 42 Zoll Länge, welche beim Arbeiten etwa 600 Umdrehungen in der Minute macht. Sie ist mit 7 festen Schlageisen aus zusammengenieteten eckigen Eisenstäben und außerdem mit 14 beweglichen Schlägern versehen, welche symmetrisch auf dem Umfange vertheilt sind. Diese Trommel wird auf zwei Drittheilen ihres Umfanges von einem nur wenig abstehenden Mantel umgeben, der auf seiner Innenseite mit unbeweglichen Gegenschlägern und dazwischen angebrachten

Hecheln versehen ist. Beim Umdrehen der Trommel stellen sich nun die Schläger radial und bewirken in Gemeinschaft mit den Hecheln durch Reiben, Schlagen und Kämmen die Reinigung des Werges und bis zu einem gewissen Grade die parallele Anordnung der Fasern.

Das durch die Trommel gegangene Werg fällt dann nach einander auf zwei schräg unter einander liegende Systeme von Schüttlern, deren Kurbelwellen 225 Umdrehungen in der Minute machen. Hier wird das Werg noch ausgeklopft, die Brechannen und die kurzen Wergfasern werden zum größten Theile entfernt, das lange Werg aber fällt auf Siebe, welche durch eine rüttelnde Bewegung die Annen noch vollends entfernen. Diese Siebe bestehen aus parallelen Drähten, die man nach Art der Violinsaiten durch kleine Wirbel gehörig spannt.

IV.

Chemie und chemische Technologie.

Einige allgemeine theoretische Betrachtungen.

Mit dieser Ueberschrift haben wir schon im vorjährigen ersten Jahrgang unseres Jahrbuches den, der chemischen Wissenschaft gewidmeten Theil eröffnet; wir versuchten die von den bekannten älteren theoretischen Anschauungen abweichenden neueren Annahmen zur Kenntniß des Lesers zu bringen und dadurch das Verständniß der sogenannten modernen Chemie, welche immer mehr Boden gewinnt, anzubahnen. Inzwischen ist unter dem Titel: „Einleitung in die moderne Chemie" (Braunschweig bei Vieweg und Sohn) ein kleines Werk erschienen, in welchem dessen Verfasser, der berühmte A. W. Hofmann, Prof. der Chemie an der Universität Berlin, die Beobachtungen und Thatsachen, welche zu den neuen Anschauungen und Lehren in der Chemie geführt haben, in ausgezeichnet klarer und faßlicher Weise entwickelt. Wir zweifeln nicht daran, daß dieses werthvolle Werk einen mächtigen Einfluß auf die Verbreitung und Befestigung der neuen Lehren ausüben wird. Die in dem Hofmann'schen Werke niedergelegten Erörterungen stehen aber in so innigem Zusammenhange mit einander, daß es schwierig erscheint, einzelne Momente, ohne Beeinträchtigung des Verständnisses aus dem Ganzen herauszunehmen. Wir wollen jedoch versuchen,

in Nachstehendem die in dem Buche entwickelten wichtigsten Lehren der modernen Chemie in gedrängter Kürze mitzutheilen.

Mit der Erörterung von Versuchen über die Zersetzung des Wassers und Abscheidung des Wasserstoffs aus demselben beginnend, lenkt der Verfasser die Aufmerksamkeit zunächst auf diesen gasförmigen Körper, der von allen bis jetzt bekannten Gasen das leichteste ist und macht darauf aufmerksam, daß es zweckmäßig ist, das Gewicht eines gegebenen Volumens Wasserstoff als Einheit zu setzen (vgl. den I. Jahrg. S. 250) und die Gewichte gleicher Volume anderer Gase auf diese Einheit zu beziehen. Diese Gewichte gleicher Volume gasförmiger Körper unter gleichen Temperatur- und Druckverhältnissen, nennt er specifische Gewichte oder Volumgewichte, auch Gasvolumgewichte oder Dampfdichte und wir begegnen hier der ersten Abweichung von dem altherkömmlichen Gebrauche, nach welchem die atmosphärische Luft als Einheit für die specifischen Gewichte der Gase angenommen wurde. Nimmt man den Wasserstoff als Einheit an, so ist auf diesen bezogen, das specifische Gewicht der atmosphärischen Luft = 14,438; des Chlorgases = 35,5; des Bromdampfes = 81; des Joddampfes = 127; des Sauerstoffgases = 16; des Stickstoffgases = 14; des Chlorwasserstoffgases = 18,25; des Wasserdampfes = 9; des Schwefelwasserstoffgases = 17; des Selenwasserstoffgases = 40,5, des Ammoniakgases = 8,5, des Phosphorwasserstoffgases = 17; des Arsenwasserstoffgases = 39 und des Grubengases = 8. In einer späteren Erörterung macht der Verfasser ferner auf die praktischen Vortheile aufmerksam, welche sich herausstellen, wenn man diese Gasvolumgewichte an ein bestimmtes Maß knüpft, als welches das Liter gewählt wird. Ein Liter Wasserstoff wiegt bei 0° und 0,$^{mm.}$ 76 Barometerstand 0,0896 Gramm, für welchen Werth Hofmann den Namen Krith vorschlägt. Auf diese Weise ist ein sehr leichtes Hilfsmittel geboten, um die Volumgewichte rasch in absolute Gewichte überführen zu können. Denn nennt man das Gewicht von 1 Liter Wasserstoff 1 Krith, so drücken die Volumgewichte der anderen Gase in Krithen gelesen, die absoluten Gewichte von je 1 Liter der betreffenden Gase aus. Das Gewicht von 1 Liter Chlorgas ist hiernach 35,5 Krith, von

1 Liter Sauerstoffgas = 16 Krith, von 1 Liter Stickstoffgas = 14 Krith u. s. f. und man hat überhaupt nur nöthig das Volumgewicht eines Gases mit dem Gewichte von 1 Liter Wasserstoffgas = 0,0896, also mit dem Werthe von 1 Krith zu multipliciren, um das wirkliche Gewicht von 1 Liter des betreffenden Gases bei 0° und 0.mm.,76 Barometerstand in Grammen zu finden. $35{,}5 \times 0{,}0896 = 3{,}1808$ lehrt uns also, das 1 Liter Chlorgas bei 0° und 0.mm.,76 Bar ometerstand 3,1808 Gramme wiegt.

Bekanntlich hat man für jedes chemische Element ein besonderes Zeichen oder Symbol, nämlich den Anfangsbuchstaben des lateinischen Namens des Elementes (s. Jahrg. I. S. 253) gewählt und dadurch die so überaus zweckmäßige und unentbehrliche chemische Zeichen- und Formelsprache geschaffen. Schon längst verband man ferner mit dem einfachen chemischen Zeichen eines Elementes noch andere Begriffe, indem man durch dasselbe zugleich jenes bestimmte Gewichtsverhältniß, das sogenannte Atom- oder Aequivalentgewicht (vgl. Jahrg I. S. 250) ausdrückte, in welchem sich das Element mit anderen Elementen zu wirklichen chemischen Verbindungen vereinigt oder überhaupt mit denselben in Wechselwirkung tritt. Das chemische Zeichen H für Wasserstoff (Hydrogenium) bedeutet hiernach nicht eine unbestimmte Menge, sondern ganz bestimmt ein Atom Wasserstoff = 1; zwei Atome Wasserstoff werden daher durch HH oder H_2, drei Atome durch HHH oder H_3 bezeichnet. Ebenso bedeutet das Zeichen N für Stickstoff (Nitrogenium) nicht allein dieses Element ohne Rücksicht auf dessen Menge, sondern ist als der Ausdruck für ein Atom Stickstoff = 14 zu betrachten. Durch die Formel H_3N für Ammoniak wird also auf das Bestimmteste festgestellt, daß man im Ammoniak eine Verbindung von 3 Atomen oder 3 Gewichtstheilen Wasserstoff mit 1 Atom oder 14 Gewichtstheilen Stickstoff hat und daß (da das Verbindungsgewicht oder Aequivalent einer Verbindung, gleich ist der Summe der Verbindungsgewichte der Bestandtheile der Verbindung) das Ammoniak selbst ein Verbindungsgewicht $= 3 + 14 = 17$ besitzt.

Früher nahm man fast ausschließlich nur auf die Gewichtsverhältniße in welchen sich die Elemente oder zusammenge-

setzten Körper mit einander vereinigen oder in Verbindungen vertreten können, also auf die **Verbindungsgewichte** Rücksicht; man begnügte sich damit die Volumverhältnisse, in welchen gasförmige Körper sich mit einander chemisch verbinden, zu bestimmen, ohne denselben und überhaupt dem **Volumgewichte** in oben bezeichneter Bedeutung, eine besondere Beachtung zu schenken. Die moderne Chemie dagegen hat gerade in sorgfältigster Beachtung der Volumgewichte der gasförmigen Stoffe, eine äußerst werthvolle Grundlage zur Erforschung der wichtigsten chemischen Gesetzmäßigkeiten entdeckt. Wenn wir die oben (S.194) mitgetheilten, auf das als Einheit angenommene Wasserstoffvolumen bezogenen Volumgewichte einiger gasfömiger Elemente und Verbindungen genau betrachten, so muß uns auffallen, daß sie mit den bisher für diese Körper angenommenen Aequivalenten (s. die Tabelle in Jahrg. I. S. 253) entweder völlig übereinstimmen, oder doch in einem auffallend einfachen Verhältniße zu denselben stehen, so daß also diese Volumgewichte gewissermaßen auch das Aequivalentgewicht repräsentiren und denkt man sich die Aequivalentgewichte, wie es häufig geschieht, als die relativen Gewichte der Atome oder nach Befinden der Moleküle der Körper, so gewinnt das auf verschiedenen Wegen aufgefundene und bereits im vorigen Jahrgang auf S. 251 mitgetheilte Gesetz: „**Gleiche Volume gasförmiger Körper enthalten bei gleicher Temperatur und unter gleichem Drucke, eine gleiche Anzahl von Molekülen**“ oder „**bei allen Gasen besitzen die Moleküle unter denselben physikalischen Bedingungen gleiche Dimensionen**“, ein ganz besonderes Interesse. Ein Liter, ob mit Wasserstoffgas oder mit Chlorwasserstoff oder irgend einem anderen Gase gefüllt, enthält also bei gleichbleibender Temperatur und Druck von allen diesen Gasen eine gleiche Anzahl gleich große Moleküle. Einer der wichtigsten Beweise für die Richtigkeit dieses Gesetzes liefert die Thatsache, daß sich alle wahren Gase unter denselben Verhältnissen des Druckes und der Temperatur in gleicher Weise zusammenziehen oder ausdehnen und daß sie namentlich dem Zusammendrücken einen völlig oder nahezu gleichen Widerstand entgegensetzen, also dieselbe Elasticität besitzen,

was nicht möglich wäre, wenn sie in gleichen Volumen eine verschieden große Anzahl von Molekülen enthalten würden. Daß man sich in neuester Zeit selbst daran gewagt hat, die absolute Größe der Moleküle der Gase zu berechnen ergiebt sich aus den oben (s. Seite 45) gemachten Mittheilungen.

Um über die Volumsverhältnisse, in welchen sich die gasförmigen Elemente chemisch mit einander vereinigen können einen Anhaltepunkt zu gewinnen, hat man das Wasserstoffgas als Ausgangspunkt gewählt und gefunden, daß sich dasselbe mit verschiedenen anderen Elementen in vier verschiedenen Volumsverhältnissen vereinigt, welche als sogenannte Typen oder Modelle für ebensoviele Gruppen von Verbindungen betrachtet werden können. Diese vier typischen Wasserstoffverbindungen sind: der Chlorwasserstoffgas, das Wasser, das Ammoniak und das Grubengas, und die Volumensverhältnisse, in welchen sich ihre Bestandtheile mit einander verbunden haben, ergeben sich aus folgender Uebersicht:

1 Vol. Wasserstoff + 1 Vol. Chlor = 2 Vol. Chlorwasserstoffg.
2 Vol. Wasserstoff + 1 Vol. Sauerstoff = 2 Vol. Wassergas.
3 Vol. Wasserstoff + 1 Vol. Stickstoff = 2 Vol. Ammoniakgas.
4 Vol. Wasserstoff + 1 Vol. Kohlenstoff = 2 Vol. Grubengas.

Während also Wasserstoff und Chlor sich zu gleichen Volumen und ohne daß eine Verdichtung eintritt mit einander vereinigen, hat bei den übrigen Verbindungen eine Verdichtung stattgefunden und zwar bei der Bildung des Wassers von 3 Vol. auf 2 Vol.; bei der Bildung des Ammoniaks von 4 Vol. auf 2 Vol.; bei der Bildung des Grubengases von 5 Vol. auf 2 Vol. und man ersieht daraus, daß mit dem zunehmenden Wasserstoffgehalte die Verdichtung wächst, und daß trotz der verschiedenen Anzahl zusammentretender Elementarvolumen die fertige Verbindung unter allen Umständen in dem Raume von 2 Vol., also z. B. von 2 Liter Platz findet. Hofmann bezeichnet diesen Raum als das normale Productvolumen, doch darf nicht unerwähnt bleiben, daß die Volumsgröße des gasförmigen Kohlenstoffs nur eine vermuthete ist, indem sich ein Kohlenstoffgas bekanntlich nicht darstellen läßt.

Um diese Verhältnisse recht klar zur Anschauung zu bringen, stellt Hofmann die gleichen Volumen der gasförmi-

gen Elemente (gleiche Temperatur und gleichen Druck vorausgesetzt), symbolisch durch gleiche Quadrate dar, in welche die bekannten chemischen Zeichen der Elemente eingeschrieben werden; er bezeichnet also ein bestimmtes Volumen z. B. 1 Liter Wasserstoff durch [H], ein ebensogroßes Volumen Chlorgas durch [Cl] u. s. w. und schreibt man in diese symbolischen Quadrate neben die chemischen Zeichen zugleich die Volumgewichte der Elemente, so erhält man in anschaulichster Weise einen Einblick in die Zusammensetzung dem Volumen und zugleich in die Zusammensetzung dem Gewichte nach, wie sich aus folgender Darstellung ergiebt:

[H 1] + [Cl 35,5] = [HCl 36,5]

1 Vol. + 1 Vol. = 2 Vol.

[H 1] [H 1] + [Θ 16] = [$H_2\Theta$ 18]

2 Vol. + 1 Vol. = 2 Vol.

[H 1] [H 1] [H 1] + [N 14] = [H_3N 17]

3 Vol. + 1 Vol. = 2 Vol.

[H 1] [H 1] [H 1] [H 1] + [Ɵ 12] = [H_4Ɵ 16]

4 Vol. + 1 Vol = 2 Vol.

Wir sehen hieraus namentlich auch, wie verschiedene Gewichtsmengen dieser Verbindungen unter denselben Bedingungen der Temperatur und des Druckes im gleichen Raume enthalten sind. Das Volumen des Kohlenstoffs ist nur mit einem punktirten Quadrate umgeben, um daran zu erinnern, daß es nur ein vermuthetes, nicht ein wirklich bestimmtes ist.

Wie schon erwähnt, können die vier Wasserstoffverbindungen als die Typen für ganze Gruppen anderer Verbindungen betrachtet werden. Mit dem Chlorwasserstoff (H Cl.) ist z. B. der Bromwasserstoff (H Br) und der Jodwasserstoff (HJ) ganz analog; mit dem Wasser ($H_2Θ$), der Schwefelwasserstoff (H_2S) und der Selenwasserstoff (H_2Se): mit dem Ammoniak (H_3N) der Phosphorwasserstoff (H_3P) und der Arsenwasserstoff (H_3As); mit dem Grubengas wahrscheinlich das Kieselwasserstoffgas (H_4Si), wobei das Verbindungsgewicht des Siliciums = 28,5 angenommen ist. Immerhin finden aber einzelne sehr beachtungswerthe Abweichungen statt, so besonders beim Phosphorwasserstoff und Arsenwasserstoff im Vergleiche zum Ammoniak. Während nämlich im Ammoniak mit 3 Gewichtstheilen Wasserstoff, 14 Gewichtstheile Stickstoff verbunden sind, finden sich im Phosphorwasserstoff 3 Gew. Thle. Wasserstoff mit 31 Gew. Thln. Phosphor und im Arsenwasserstoff 3 Gew. Thle. Wasserstoff mit 75 Gew. Thln. Arsen verbunden. 31 und 75 sind also die Verbindungsgewichte für Phosphor und Arsen. Beim Stickstoff stimmt das Verbindungsgewicht 14 mit dessen Volumgewicht überein und dasselbe ist auch bei den Elementen Wasserstoff, Chlor, Brom, Jod, Sauerstoff, Schwefel und Selen etc., der Fall. Beim Phosphor dagegen ist das Volumgewicht des Gases doppelt so groß, also $2 \times 31 = 62$, als das Verbindungsgewicht und dasselbe zeigt sich beim Arsengas, dessen Volumgewicht $2 \times 75 = 150$ ist, woraus hervorgeht, daß zwar in den meisten, doch nicht in allen Fällen Verbindungs- und Volumgewicht mit einander übereinstimmen, und daß also die Gewichtszahlen 31 und 75 für Phosphor und Arsen nur einem halben Volumen Phosphorgas oder Arsengas

entsprechen, was von Hofmann durch folgende symbolische Darstellung sehr glücklich veranschaulicht wird:

$$\boxed{H}\,\boxed{H}\,\boxed{H} + \boxed{N} = \boxed{H_3N} \qquad \boxed{H}\,\boxed{H}\,\boxed{H} + \triangle P = \boxed{H_3P}$$

$$\boxed{H}\,\boxed{H}\,\boxed{H} + \triangle As = \boxed{H_3\,As}$$

Auch das Quecksilber und das Cadmium zeigen in dieser Hinsicht eine Abweichung von der gewöhnlichen Norm. Bei diesen ist nämlich das Volumgewicht ihres Gases nur halb so groß, wie das Verbindungsgewicht; sie verhalten sich also zum normalen Verhältnisse gerade entgegengesetzt wie Phosphor und Arsen.

Um die durch das Experiment erwiesene, eben mitgetheilte Thatsache, daß das Verbindungsgewicht nicht bei allen Elementen mit dem Volumgewichte übereinstimmt, sowie überhaupt verschiedene andere chemische und physikalische Erscheinungen zu erklären, findet man in der schon längst bekannten Atomtheorie sehr werthvolle Anhaltepunkte. Das Streben der Vertreter der modernen Chemie geht in anerkennungswerther Weise dahin, unnütze Spekulationen möglichst zu vermeiden und sich vorzugsweise nur an das Thatsächliche zu halten. Die Atomtheorie ist jedoch eine so wohl begründete und läßt sich in jeder Beziehung so vollständig mit den erwiesenen Thatsachen in Einklang bringen, daß sie auch die scharf sichtende Prüfung der modernen Chemiker glücklich bestanden hat und den Fortschritten der Wissenschaft angemessen erweitert und besser begründet worden ist.

Wir haben bereits in unserem vorjährigen Berichte (s. Jahrg. I. S. 249 u. 250) der gegenwärtig festgestellten Be-

deutung und Verschiedenheit gedacht, welche den beiden Begriffen „Atom“ und „Molekül“ beizulegen ist und nicht unerwähnt gelassen, daß man selbst die Moleküle der Elemente als aus mindestens zwei Atomen zusammengesetzt betrachtet. Auch Hofmann anerkennt diese Theorie. Nach Hofmann ist die Theilbarkeit der Materie eine dreifache, nämlich eine molare, molekulare und atomistische. Als molare Theilbarkeit bezeichnet Hofmann diejenige, welche mit mechanischen Mitteln bewerkstelligt werden kann, wobei man jedoch selbst bei der Vertheilung bis zur äußersten erreichbaren Grenze immer nur Aggregate von Molekülen oder Massen von wahrnehmbarer Größe erhält. Bei der molekularen Theilung oder Trennung der Massen in die kleinsten Moleküle, ist eine wirkliche Beobachtung nicht mehr möglich; diese Theilung läßt sich weder durch mechanische, noch durch irgend welche andere Mittel, die uns zur Verfügung stehen, erreichen. Das Molekül ist das Minimalgewicht, in welchem ein Körper im freien Zustande existiren kann. Ebenso unmöglich ist die Ausführbarkeit der atomistischen Theilung, bei welcher das Molekül in die einzelnen in demselben verbundenen Atome zerlegt wird; das Atom ist aber das Minimalgewicht, mit welchem die Körper chemische Verbindungen zu bilden vermögen.

Diese Annahme, daß die Elemente mit einem anderen Minimalgewichte, nämlich mit ihrem Atomgewicht in chemische Verbindung treten, als mit dem Minimalgewichte (Molekulargewicht), welches ihren kleinsten Theilchen, (den Molekülen) im freien Zustande entspricht, ist für die Auffassungsweise des Wesens der chemischen Prozesse von größter Bedeutung und begründet einen der wesentlichsten Unterschiede zwischen der althergebrachten Denkungsart und der Chemie der Gegenwart. Früher dachte man sich die Elemente, auch im freien Zustande, als aus einzelnen, nicht weiter theilbaren Atomen zusammengesetzt und erklärte sich z. B. die Entstehung des Chlorwasserstoffs (H Cl) ganz einfach dadurch, daß eine Zahl der, ein gewisses Volumen Wasserstoff bildenden Wasserstoffatome, sich mit einer gleichen Zahl von Chloratomen so gruppiren, daß je ein Wasserstoffatom mit je einem Chloratom in nähere Verbindung trete und ein Atom Chlorwasserstoff

bilde, daß also die Entstehung des Chlorwasserstoffs durch die einfache Gleichung H + Cl = HCl vollständig erklärt sei. Gegenwärtig weiß man, und wir werden unten den Beweis dafür folgen lassen, daß sowohl das freie Wasserstoffgas, als das freie Chlorgas aus Molekülen besteht, welche zweiatomig sind, das heißt, sich in zwei Atome spalten können und während wir für das Wasserstoffatom das Symbol [H] oder kurzweg H, für das Chloratom das Symbol [Cl] oder Cl gebrauchen, müssen wir das Wasserstoffmolekül durch [H H] oder kurzweg HH und des Chlormolekül durch [Cl Cl] oder Cl Cl bezeichnen und dürfen nicht vergessen, daß wenn wir Wasserstoffgas und Chlorgas mit einander vermischen und ihre Vereinigung durch die Einwirkung von Licht, Wärme oder Elektricität hervorrufen, zunächst jedenfalls die Moleküle der beiden Elemente mit einander in Wechselwirkung treten, so daß man die Bildung des Chlorwasserstoffs symbolisch nicht durch die obige Gleichung H + Cl = HCl darstellen kann, sondern der Wirklichkeit entsprechend durch die Gleichung H H + Cl Cl = H Cl H Cl. In dieser Berücksichtigung des molekularen, von der atomistischen Construktion verschiedenen Zustandes, in welchem sich die Körper vor ihrer chemischen Vereinigung befinden, liegt der Schlüssel, der uns ganz besonders das Verständniß der modernen Anschauungen vermittelt und uns erkennen läßt, warum die moderne Chemie eine große Zahl von chemischen Vorgängen, die man früher als einfache Acte der Vereinigung der Atome, als einfache chemische Vereinigung betrachtete, nicht mehr als solche anerkennen kann, sondern sie als eine Art von Metamorphose (s. Jahrg. I. S. 248 u. 249) erklärt; denn wenn wir uns die Bildung des Chlorwasserstoffs durch die Gleichung H H + Cl Cl = H Cl H Cl vorstellen, so können wir uns den hierdurch bezeichneten Vorgang dadurch herbeigeführt denken, daß aus dem Wasserstoffmolekül ein Wasserstoffatom in das Chlormolekül und umgekehrt aus dem Chlormolekül ein Chloratom in das Wasserstoffmolekül übergetreten und auf diese Weise zwei Chlorwasserstoffmoleküle entstanden seien. In ganz glei-

cher Weise ändern sich auch die Gleichungen, die man zur Erläuterung der verschiedenen chemischen Zusammensetzungen aufstellen kann. Wenn wir z. B. durch eine Gleichung darstellen wollen, daß das Ammoniakgas (H_3N) durch Chlorgas unter Abscheidung von Stickstoffgas zersetzt wird, so entspricht die Gleichung: $H_3N + 3\,Cl = 3\,(H\,Cl) + N$ der Wirklichkeit nicht, indem sie zwar wohl den Vorgang darstellt, aber nicht berücksichtigt, daß ein Atom Stickstoff (N) im freien Zustande nicht existiren kann. Eine solche Gleichung nennt man eine atomistische Gleichung zum Unterschiede von der molekularen Gleichung, welche den chemischen Prozeß in einer der Wirklichkeit angemessenen Weise veranschaulicht. Die molekulare Gleichung für obige Zersetzung ist: $2\,(H_3N) + 3\,(Cl\,Cl) = 6\,(H\,Cl) + N\,N$ und wir ersehen daraus, daß hierbei ein aus zwei Atomen zusammengesetztes Stickstoffmolekul (NN) frei wird.

Den oben versprochenen Beweis für die Annahme, daß nicht allein die Moleküle der Verbindungen, sondern auch die Moleküle der Elemente selbst, gewöhnlich aus mehreren, mindestens zwei Atomen bestehen, liefert Hofmann durch nachstehende, einleuchtende Erörterung. Das Experiment beweist uns, daß sich ein Volumen z. B. ein Liter Wasserstoffgas, mit dem gleichen Volumen, also ebenfalls einem Liter Chlorgas zu zwei Liter Chlorwasserstoffgas vereinigt, daß überhaupt in allen Fällen, wo sich gasförmige Elemente mit einander zu gasförmigen Verbindungen vereinigen, oder wo solche aus nicht flüchtigen Elementen entstehen, das normale Produktvolumen dieser Verbindungen = 2 Liter ist. Nimmt man nun beispielweise an, daß in den 2 Litern Chlorwasserstoffgas 1000 Moleküle Chlorwasserstoff enthalten seien, so ist einleuchtend, daß dann 1 Liter nur die Hälfte also nur 500 Chlorwasserstoffmoleküle enthält. Da aber, wie wir oben (s. S 196) mitgetheilt haben, in gleichen Volumen gasförmiger Körper eine gleiche Anzahl von Molekülen vorhanden sind, so ist einleuchtend, daß nicht allein 1 Liter Chlorwasserstoffgas, sondern auch 1 Liter Wasserstoffgas und 1 Liter Chlorgas je 500 Moleküle enthält. In jedem Molekül Chlorwasserstoff ist 1 Atom Wasserstoff mit 1 Atom Chlor vereinigt; 1000 Moleküle Chlorwasserstoff müssen da-

her aus 1000 Atomen Wasserstoff und 1000 Atomen Chlor bestehen. Da nun aber, wie wir gesehen haben ein Liter Wasserstoff, sowie ein Liter Chlor, durch deren Vereinigung die zwei Liter oder 1000 Moleküle Chlorwasserstoff entstanden sind, nicht 1000, sondern nur 500 Moleküle enthalten, so folgt daß diese 500 Moleküle je 1000 Atomen entsprechen, oder daß also jedes einzelne Molekül Wasserstoff aus zwei Atomen Wasserstoff und jedes Molekül Chlor aus zwei Atomen Chlor besteht und da auch die anderen gasformigen Elemente gleiche Verhältnisse erkennen lassen, so gilt als allgemeines Gesetz: die Moleküle der Gase, ob einfach, ob zusammengesetzt, bestehen aus Atomen. Die Zahl der in einem Molekül zusammengedrängten Atome ist namentlich bei den chemischen Verbindungen eine sehr verschiedene, oft bedeutend große; aber auch bei den gasförmigen oder in den Gaszustand künstlich versetzten Elementen besteht das Molekül keineswegs immer nur aus zwei Atomen und obschon die Zahl der gasförmigen und, unter der Prüfung zugänglichen Verhältnissen, in den Gaszustand überführbaren Elemente im Verhältniß nur gering ist, so hat man mehrere verschiedene, hierauf bezügliche Zustände entdeckt, wie aus nachstehendem von Hofmann aufgestellten Diagramm über die Volume der Atome und Moleküle der normalen und anomalen Elemente im Gaszustande hervorgeht:

1. Normales Atomvolum.

Wasserstoff (Einheit)

Charaktere:

a. Atomgewicht gleich Volumgewicht.
b. Molekularstruktur zweiatomig.

Symbol:

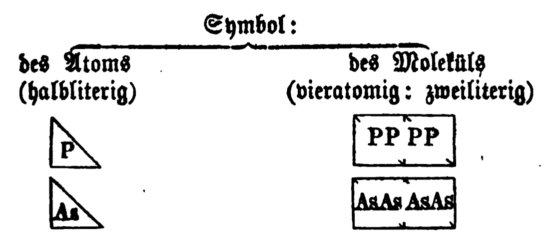
des Atoms (einliterig)	des Moleküls (zweiatomig: zweiliterig)
H	HH

2. Anomales Atomvolum.

α. Phosphor und Arsen (vgl. oben S. 200)

Charaktere:

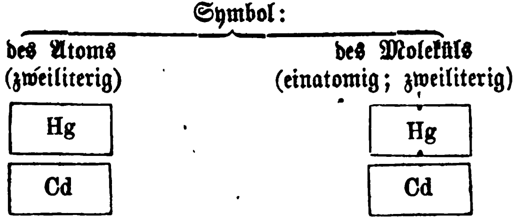
a. Atomgewicht gleich dem halben Volumgewicht des Gases.
b. Molekularstruktur vieratomig.



β. Quecksilber und Cadmium (vgl. oben S. 200)

Charaktere:

a. Atomgewicht gleich dem doppelten Volumgewicht des Gases.
b. Molekularstruktur einatomig.



Hofmann bemerkt hierzu: „Die bemerkenswertheste Eigenthümlichkeit, welche aus dieser Tabelle hervortritt ist das Zusammenfallen von Atom und Molekül bei den Metallen Quecksilber und Cadmium, deren Molekularstruktur das Diagramm als einatomig bezeichnet. Wir müssen uns jedoch, was diesen Punkt anlangt, hüten, den Schlußfolgerungen, zu denen die consequente Durchführung dieses oder jenes Notationssystems führt, eine tiefere Bedeutung beizulegen, als sie wirklich besitzen. Wenn wir das Wasserstoffmolekül

als zweiatomig betrachten, so ist das eine theoretische Auffassung und nicht das Ergebniß eines Versuchs. Was wir wirklich wissen, ist dieses: das freie Wasserstoffmolekül HH ist, was Gewicht und Raumerfüllung anlangt, doppelt so groß als das in Verbindung tretende Wasserstoffatom H; ferner, was immer die Struktur der Moleküle und der Atome sein möge, die Struktur des ersteren ist gerade doppelt so complicirt als die des letzteren. Wir betrachten H als 1 Atom vorstellend der Einfachheit wegen. Allein die kleinste Menge, in welcher der Wasserstoff in Verbindungen eingeht, kann — nichts spricht dagegen — eine Gruppe von Atomen, ein Aggregat von hundert, tausend, von einer Million von Atomen sein, und die symbolische Bezeichnung des Wasserstoffmoleküles HH kann nur andeuten, daß, welches immer die Zahl der zu H vereinten Atome sein möge, das freie Wasserstoffmolekül HH die doppelte Anzahl von Atomen, also zweihundert, zweitausend, und zwei Millionen Atome enthält. In algebraischer Form: wenn n die Zahl der in dem Werthe HH enthaltenen Wasserstoffatome, so ist die Zahl der in dem Werthe H enthaltenen $\frac{n}{2}$. In ganz ähnlicher Weise müssen wir die atomistische Struktur des Quecksilber- and des Cadmiummoleküls auffassen. Wenn die Zahl der das Wasserstoffmolekül HH bildenden Atome n ist, so sind in dem Quecksilbermoleküle Hg eine durch $\frac{n}{2}$ ausgedrückte Anzahl von Atomen und in dem Cadmiummoleküle Cd ebenfalls $\frac{n}{2}$ Atome zugegen. Es ist aber nur die Annahme, das Wasserstoffmolekül sei zweiatomig, welche uns zu dem Schlusse führt, das Quecksilbermolekül, das Cadmiummolekül sei einatomig. Wir dürfen uns mit ganz gleicher Berechtigung der Vorstellung hingeben, die Complicirtheit dieser Moleküle sei eine Millionfache, wenn wir nur ihre relative Complicirtheit in der Weise fassen, daß sie in demselben Verhältnisse bleibt, welches in den Ausdrücken e i n atomiges und z w e i atomiges Molekül sich abspiegelt."

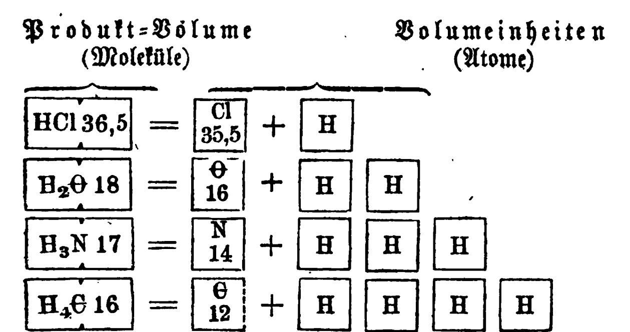
Zugleich mit der besseren Erkenntniß der Bedeutung,

welche den Begriffen Atom und Molekül beizulegen ist und der genauen Normirung der Verschiedenheit dieser beiden Begriffe, hat sich ferner in der modernen Chemie eine theoretische Anschauung über die Constitution der chemischen Verbindungen Bahn gebrochen, welche von den älteren Ansichten hierüber so vollständig abweicht, daß sich ein, nur mit den älteren Ansichten und chemischen Formeln Vertrauter in einem, nach den Lehren der modernen Chemie verfaßten chemischen Werke kaum wird ohne Weiteres zurecht finden können. Die ältere Schule stützt sich bekanntlich auf die von Berzelius begründete elektro-chemische Theorie, nach welcher die Verbindung zweier Körper hauptsächlich durch die in denselben sich concentrirenden entgegengesetzten Elektricitäten bedingt werden soll. In Folge dessen war man gezwungen, jede chemische Verbindung als aus zwei die elektrischen Gegensätze repräsentirenden Bestandtheilen, nämlich einem elektronegativen und einem elektropositiven zusammengesetzt zu betrachten. Der ganze Mechanismus der Bildung chemischer Formeln gründete sich somit auf ein System des Dualismus, indem man nur eine Vereinigung von je zwei Substanzen für möglich hielt. Man konnte sich z. B. das Kalihydrat nicht anders denken, als eine Verbindung von Kaliumoxyd oder Kali (KO) mit Wasser (HO), also = KO, HO, den Salpeter oder das salpetersaure Kali nicht anders, als eine Verbindung von Kaliumoxyd oder Kali (KO) mit Salpetersäure (NO_5), also = KO, NO_5 u. s. w. und es wird noch längere Zeit dauern bis diese Art der Auffassung, die sich vollständig eingebürgert hat, von der Auffassungsweise der modernen Chemie vollständig überwunden sein wird und doch wird endlich das Alte dem Neuen weichen müssen. Den Todesstoß hat die elektro-chemische Theorie durch die mit dem Namen „Substitution" (s. Jahrg. I. S. 249) bezeichneten chemischen Metamorphosen erhalten. Es war nicht möglich hier einen elektro-chemischen Gegensatz als Ursache der Substitution zu constatiren; man fand im Gegentheil, daß gerade diejenigen Elemente, nämlich Wasserstoff und Chlor, welche der elektrochemischen Theorie zufolge den größten Gegensatz zu einander zeigen, sich anderntheils doch in chemischen Verbindungen vertreten können und unver-

kennbar gewisse Analogien besitzen. Die Substitutionserscheinungen ließen sich nicht mehr in die Schablone des Dualismus der elektro-chemischen Theorie hineinzwängen, man erkannte diese Theorie als eine einseitige, ungenügende und war gezwungen zu einer allseitigeren, passenderen Theorie seine Zuflucht zu nehmen, ohne dabei den mächtigen Einfluß, welchen Wärme und Elektricität und in geringerem Grade auch das Licht, auf die Bildung und Zersetzung chemischer Verbindungen ausüben, zu verkennen.

Man trennte sich von den älteren beschränkteren Auffassungen, verlangte nicht mehr, wie dies früher geschah, daß die chemische Formel unter allen Umständen ein treues Bild der wahren inneren Gruppirung der mit einander verbundenen Atome geben soll, was wenigstens zur Zeit als ein durchaus unerreichbares Ziel und daher als ein unfruchtbares Streben bezeichnet werden muß. Man begnügte sich durch die chemischen Formeln die wahrscheinliche Constitution der Verbindungen und namentlich die Gruppen anzudeuten, in welche sich dieselben naturgemäß einreihen lassen, oder den Typus, welcher als Modell ihrer Constitution betrachtet werden kann oder die Metamorphosen, welchen sie vorzugsweise zu unterliegen vermögen. Das, was man früher für absurd gehalten hätte, gilt jetzt als zweckmäßig. Man hält es für nützlicher und angemessener das Kalihydrat nicht mehr als $KO + HO$, sondern als $KH\Theta$, das salpetersaure Kali nicht mehr als $KO + NO_5$, sondern als $KN\Theta_3$ zu betrachten und gewinnt hiermit einfachere und übersichtlichere chemische Formeln, die sich leichter mit einander vergleichen lassen. Um aber eine solche Vergleichung möglich und ersprießlich zu machen, und überhaupt eine Uebereinstimmung in den Bestrebungen zu erzielen, mußte man zunächst einige Atomgruppen als Einheiten des auszuführenden Vergleiches wählen. Man nannte diese Atomgruppen Typen und das System, welches sich hierauf gründete und gegenwärtig die Grundlage der modernen Chemie bildet, die Typentheorie, als deren Urheber besonders Gerhardt zu nennen ist. Als Typen wählte man mit ziemlicher Uebereinstimmung vorzugsweise die einfachen Verbindungen, welche der Wasserstoff, der gegenwärtig als Einheit für alle Arten

von Vergleichen dient, mit den Elementen Chlor Sauerstoff, Stickstoff und Kohlenstoff zu bilden vermag, nämlich den Chlorwasserstoff HCl, das Wasser $H_2\Theta$, das Ammoniak H_3N und das Grubengas H_4Ꞓ. Und diese Verbindungen führten auch noch zur Erkenntniß und Begründung eines anderen Gesetzes, welches Hofmann in seinem Werke mit großer Klarheit entwickelt. Derselbe giebt zunächst durch nachstehendes Diagramm einen Ueberblick über die molekulare und atomistische Construction der vier typischen Wasserstoffverbindungen:



und lenkt die Aufmerksamkeit auf den Umstand hin, daß sich einestheils die vier in der Mittelreihe verzeichneten Atome Chlor, Sauerstoff, Stickstoff und Kohlenstoff in verschiedenen Gewichtsmengen an der Bildung eines Moleküls einer Wasserstoffverbindung betheiligen und daß sie anderntheils eine verschiedene Anzahl von Wasserstoffatomen zu binden vermögen. Hiernach habe man ein *molekulbildendes* und ein *atombindendes* Minimalgewicht oder Aequivalent der Elemente zu unterscheiden. Als molekülbildendes Aequivalent der Elemente habe man die Gewichte zu betrachten, in denen sich die Elemente ersetzen; die molekülbildenden Aequivalente sind daher mit den Atomgewichten derselben identisch, also H = 1, für Chlor = 35,5, für Sauerstoff = 16, für Stickstoff = 14, für Kohlenstoff = 12 u. s. w. Als atombindendes Aequivalent der Elemente habe man dagegen die Gewichtsmengen zu betrachten, in welchen sich die Elemente ersetzen, wenn es sich darum handelt, ein Atom Wasserstoff oder eines dem

Wasserstoff gleichwerthigen Elementes zu ersetzen. Man hat die atombindende Kraft der Elemente, wie sich Hofmann ausdrückt, mit dem unsicheren und nichts desto weniger als schön klingenden Namen „Atomigkeit“ (s. Jahrg. I S. 326) bezeichnet und dieser Ausdrucksweise entsprechend sind die Elemente einatomig, zweiatomig, dreiatomig, vieratomig genannt worden, je nachdem ihre Atome 1, 2, 3 oder 4 Normalatome zu fixiren vermögen. Diese Bezeichnungsweise kann aber leicht zu Mißverständnissen führen, da dieselben Worte und offenbar mit viel größerer Berechtigung auch dazu dienen können, die atomistische Structur der Moleküle auszudrücken (s. oben S. 204). Hofmann empfiehlt daher zur Bezeichnung der atombindenden Kraft den Ausdruck „Werthigkeit“ oder Quantivalenz, anstatt Atomigkeit und man hat dann zu unterscheiden einwerthige oder univalente, zweiwerthige oder bivalente, dreiwerthige oder trivalente und vierwerthige oder quadrivalente Elemente, je nachdem ihre Atome ein, zwei, drei, oder vier Normalatome bilden. Um nun diese verschiedene Werthigkeit ohne besondere Symbole bezeichnen zu können, hat man nur nöthig, dieselbe in römischen Ziffern geschrieben oder durch eine entsprechende Anzahl von Strichen, rechts oben, also wie Exponenten dem Symbole beizufügen. Hofmann giebt den römischen Ziffern den Vorzug. Cl^{I} ist hiernach das Symbol des einwerthigen Chloratoms, Θ^{II} das Symbol des zweiwerthigen Sauerstoffatoms, $\mathrm{N}^{\mathrm{III}}$ das Symbol des dreiwerthigen Stickstoffatoms, C^{IV} das Symbol der vierwerthigen Kohlenstoffatoms.

„Die Ausdrücke Werthigkeit, ein-, zwei-, drei- und vierwerthig“ sagt Hofmann, „welche uns die Atombindekraft der Elemente und die verschiedenen Grade in denen sich diese Kraft bei den einzelnen Elementen äußert, bezeichnen, entstammen einer Betrachtung, welche die Leistungsfähigkeit der Atome für die Verrichtung einer gewissen Arbeit mit einander vergleicht. Die zu verrichtende Arbeit ist an den eingehend besprochenen Beispielen die Ueberführung des Wasserstoffs in Verbindungen. Wenn wir finden, daß während uns 1 Atom Chlor dieses Geschäft bei 1 Atom Wasserstoff besorgt, die Atome des Sauerstoffs, Stickstoffs und Kohlen-

stoffs beziehungsweise 2, 3 und 4 Atom Wasserstoff in Verbindungen verwandeln, so sagen wir die genannten drei Atome haben die zweifache, dreifache und vierfache Leistungsfähigkeit des Chloratoms, sie haben für diese Arbeitsverrichtung den zweifachen, drei- und vierfachen Werth, eine Anschauung, welche in den oft citirten Formeln

$$HCl^{I} \quad H_2\Theta^{II} \quad H_3N^{III} \quad H_4C^{IV}$$

einen klaren Ausdruck findet. Hier ist die verschiedene Leistungsfähigkeit unserer typischen Elementaratome durch die wachsende Zahl der Wasserstoffatome gemessen, welche durch die Elementaratome in Verbindungen verwandelt worden."

Wir lassen nun in Nachstehendem zwei von Hofmann aufgestellte Tabellen folgen, welche über alle in Obigem erläuterten Verhältnisse eine leichte Uebersicht gewähren. Hofmann sagt in Bezug auf diese zwei Tabellen: „die erste (Tabelle) enthält die Namen sämmtlicher Elemente mit den Atomgewichten, wie sie mit Berücksichtigung aller dem Chemiker zu Gebote stehenden Hülfsmittel gefunden worden sind. Die Symbole sind mit den Werthigkeitscoëfficienten behaftet, welche andeuten, daß die symbolisirten Gewichte in gewissen Reihen von Verbindungen 1, 2, 3 oder 4 Atome Wasserstoff ersetzen können. Die zweite Tabelle enthält nur die im gasförmigen Zustande untersuchten Elemente, bei denen sich unsere Kenntniß also auch auf die Molekulargewichte erstreckt. In dieser Tabelle sind neben den in den vorhergehenden verzeichneten Werthen, noch die Volumgewichte und Molekulargewichte gegeben, endlich die Volume der Atome und Moleküle graphisch dargestellt:

Atomgewichte der Elemente.

Name des Elementes.	Symbol des Atoms und Werthigkeits-coëfficient.	Atomgewicht.
Wasserstoff (Normalelement)	H.	1.
Aluminium . . .	Al^{III}	27,5
Antimon	Sb^{III}	122
Arsen	As^{III}	75
Barium.	Ba^{II}	137
Beryllium	Be^{III}	14
Blei	Pb^{II}	207
Bor	Bo^{III}	11
Brom	Br^{I}	80
Cadmium	Cd^{II}	112
Cäsium	Cs^{I}	133
Calcium	Ca^{II}	40
Cerium	Ce^{II}	92
Chlor	Cl^{I}	35,5
Chrom	Cr^{III}	52,5
Didym	Di^{II}	96
Eisen	Fe^{II}	56
Erbium	E^{II}	112,6
Fluor	F^{I}	19
Gold	Au^{III}	196,7
Indium.	In^{I}	35,9
Jod	J^{I}	127
Iridium.	Jr^{IV}	198
Kalium	K^{I}	39
Kobalt	Co^{II}	58,8
Kohlenstoff	C^{IV}	12
Kupfer	Cu^{II}	63,5
Lanthan.	La^{II}	92
Lithium	Li^{I}	7
Magnesium	Mg^{II}	24
Mangan	Mn^{II}	55
Molybdän	Mo^{IV}	92

Atomgewichte der Elemente.

Name des Elementes.	Symbol des Atoms und Werthigkeits-coëfficient.	Atomgewicht.
Natrium	Na^{I}	23
Nickel	Ni^{II}	58,8
Niob	Nb^{IV}	97,6
Osmium	Os^{IV}	199
Palladium	Pd^{II}	106,5
Phosphor	P^{III}	31
Platin	Pt^{IV}	197,4
Quecksilber	Hg^{II}	200
Rhodium	Rh^{II}	104
Rubidium	Rb^{I}	85,5
Ruthenium	Ru^{IV}	104
Sauerstoff	O^{II}	16
Schwefel	S^{II}	32
Selen	Se^{II}	79
Silber	Ag^{I}	108
Silicium	Si^{IV}	28,5
Stickstoff	N^{III}	14
Strontium	Sr^{II}	87,5
Tantal	Ta^{IV}	137,5
Tellur	Te^{II}	128
Thallium	Tl^{I}	204
Thorium	Th^{IV}	231,5
Titan	Ti^{IV}	50
Uran	U^{II}	120
Vanadium	V^{IV}	137
Wasserstoff	H^{I}	1
Wismuth	Bi^{III}	208
Wolfram	W^{IV}	184
Yttrium	Y^{II}	61,7
Zink	Zn^{II}	65
Zinn	Sn^{IV}	118
Zircon	Zr^{IV}	90

Name.	Symbol des Atoms und Werthigkeits-coëfficient.	Atomgewicht.	Graphische Darstellung des Atomvolums.
Wasserstoff, (Normalelement).	H	1	H
Arsen	As^{III}	75	As
Brom	Br^{I}	80	Br
Cadmium	Cd^{II}	112	Cd
Chlor	Cl^{I}	35,5	Cl
Jod	J^{I}	127	J
Phosphor	P^{III}	31	P
Quecksilber	Hg^{II}	200	Hg
Sauerstoff	Θ^{II}	16	Θ
Schwefel	S^{II}	32	S
Selen	Se^{II}	79	Se
Stickstoff	N^{III}	14	N
Wasserstoff	H^{I}	1	H

Vergleichen wir die obige erste Tabelle über die Atomgewichte der Elemente mit der im vorigen Jahrgange unseres Jahrbuches (s. S. 253 ff.) aufgestellten Tabelle, so muß uns besonders auffallen, daß in der diesjährigen (Hofmann'schen) Tabelle die Atomgewichte der vielen Elemente, deren Symbole in der zweiten Spalte mit einem feinen Querstriche

Volumgewicht.	Symbol des Moleküls.	Molekular-gewicht	Graphische Darstellung des Molekularvolums.
1	H H	2	H H
150	As As As As	300	AsAs AsAs
80	Br Br	160	Br Br
56	Cd	112	Cd
35,5	Cl Cl	71	Cl Cl
127	J J	254	J J
62	P P P P	124	Hg
100	Hg	200	PP PP
16	Θ Θ	32	ΘΘ
32	S S	64	S S
79	Se Se	158	Se Se
14	N N	28	N N
1	H H	2	H H

versehen sind, mindestens doppelt so hoch angegeben werden, als in der vorjährigen Tabelle. Es würde zu weit führen, hier die verschiedenen Gründe zu erörtern, welche diese Veränderungen als passend erscheinen ließen. Wir müssen uns einfach damit begnügen, hiervon Mittheilung zu machen und hervorzuheben, daß auch durch diese Neuerung die Formeln

vieler chemischen Verbindungen geändert werden mußten. Man kann sich zwar leicht in diese Aenderungen hineinfinden, sobald man auf den Werth Rücksicht nimmt, der dem Atomgewichte der Elemente beigelegt wird. So entspricht z. B. die ältere Formel HO für das Wasser der Annahme, daß 1 Atom Sauerstoff mit dem Atomgewichte = 8 mit 1 Atom Wasserstoff = 1 verbunden sei; der gegenwärtig mehr und mehr üblich werdenden Formel H_2O ($H_2\Theta$) dagegen liegt die Voraussetzung zu Grunde, daß in dem Wasser mit 1 Atom Sauerstoff = 16, zwei Atome Wasserstoff = 2 verbunden vorkommen. Beide Formeln drücken also, wie es nicht anders sein kann, dasselbe Gewichtsverhältniß der mit einander verbundenen Bestandtheile aus. Um nun namentlich in dem jetzigen Uebergangsstadium zur modernen Chemie, Verwechslungen zu vermeiden, haben viele Chemiker das chemische Zeichen der Elemente, deren Atomgewicht gegen früher verdoppelt worden ist, mit einem feinen Querstriche versehen, was zur Zeit ganz zweckmäßig erscheint und daher auch in den obigen Tabellen durchgeführt wurde. Nur diejenigen Chemiker, welche mit der Vergangenheit ganz abgebrochen haben, wie z. B. Hofmann unterlassen diese Bezeichnung.

In Betreff der Werthigkeit der Elemente macht Hofmann darauf aufmerksam, daß wenn sich zwei Elemente in mehreren Verhältnissen miteinander vereinigen, sich nur in einer dieser Verbindungen die Werthigkeiten der beiden Elemente gerade ausgleichen; er nennt dann eine solche Verbindung eine gesättigte, im Gegensatze zu den Verbindungen, in welchen sich die Werthigkeiten der Bestandtheile nicht vollständig ausgeglichen haben und die daher als ungesättigte zu bezeichnen sind. Da sehr viele Elemente sich in mehreren Verhältnissen mit einander verbinden können, so giebt es daher sehr viele ungesättigte Verbindungen. Als Beispiel nennt Hofmann die fünf, zwischen Stickstoff und Sauerstoff bekannten Verbindungen, nämlich:

Stickoxydul	$= N_2^{III}\ \Theta^{II}$	(früher NO)
Stickoxyd	$= N^{III}\ \Theta^{II}$	(„ NO_2)
Salpetrige Säure . .	$= N_2^{III}\ \Theta_3^{II}$	(„ NO_3)
Untersalpetersäure . .	$= N^{III}\ \Theta_2^{II}$	(„ NO_4)
Salpetersäure . . .	$= N_2^{III}\ \Theta_5^{II}$	(„ NO_5)

Von denselben entspricht nur die eine, nämlich die salpetrige Säure den Bedingungen der Sättigung, indem in derselben 2 Atome Stickstoff mit einer Atombindekraft oder Werthigkeit von 2×III = VI begabt, vereinigt sind mit 3 Atomen Sauerstoff, denen ebenfalls eine Atombindekraft 3×II = VI inne wohnt. In dem Stickoxydul steht die Atombindekraft der Stickstoffatome 2×III = VI der Atombindekraft II des Sauerstoffs entgegen. In dem Stickoxyd überwiegt die Atombindekraft III des Stickstoffatoms die des Sauerstoffatoms im Verhältniß von 3 : 2. In der Untersalpetersäure überwiegt dagegen die Atombindekraft der Sauerstoffatome 2×II = IV diejenige des Stickstoffatoms = III und in der Salpetersäure endlich stehen die Sauerstoffatome mit einer Bindekraft von 5×II = X, den Stickstoffatomen mit einer Bindekraft 2×III = VI gegenüber.

Und berücksichtigt man Werthigkeit und Volumverhältnisse, so scheint sich zu ergeben, daß das Volumen einer gebildeten Verbindung gleich dem doppelten Volumen der mit einem einwerthigen Elemente (Wasserstoff) zusammengetretenen Elemente ist. Mit 1 Volumen eines einwerthigen Elementes (Wasserstoff) verbindet sich hiernach 1 Vol. eines anderen einwerthigen Elementes zu zwei Volumen, oder $^1/_2$ Vol. eines zweiwerthigen Elementes zu ein Volumen, oder $^1/_3$ Vol. eines dreiwerthigen Elementes zu $^2/_3$ Vol., oder $^1/_4$ Vol. eines vierwerthigen Elementes zu $^1/_2$ Volumen.

Sehr charakteristisch für die Anschauungen der modernen Chemie ist endlich die Annahme der Möglichkeit des Uebergangs eines binären (aus nur zwei Elementen bestehenden) Moleküles in ein ternäres (aus drei Elementen bestehendes), quaternäres, quinäres &c. Molekül. Die Bildung dieser höheren Verbindungen findet unter dem Einflusse derselben Kräfte und derselben Gesetze statt. Die Elementaratome treten im einfachen oder multiplen Verhältnisse ihrer Gewichte unter Beibehaltung ihrer Werthigkeit oder der ihnen eigenthümlichen Atombindekraft, wie in binäre Moleküle, so in Moleküle von der complicirtesten Zusammensetzung ein. Der einzige wahre Unterschied zwischen binären Verbindungen und Verbindungen höherer Ordnung liegt also in der verschiedenen Anzahl der sie zusammensetzenden Elemente, indem

sich bei der Bildung der Verbindungen höherer Ordnung eine bedeutend größere Zahl von Volumen in dem normalen Zweiliter=Produktvolumen zusammendrängen.

Ein binäres Molekül kann sich in ein ternäres verwandeln, entweder durch Vereinigung mit einem zweiten binären Molekül, oder durch Substitution d. h. durch Aufnahme von einem oder mehreren Atomen eines dritten Elementes, welche an die Stelle einer entsprechenden Anzahl ausscheidender Atome treten. In letzterem Falle zeigt es sich, daß die Summe atombindender Kräfte welche mit den einrückenden Atomen dem Molekül zu Gute kommen, genau der Summe gleicht, welche ihm mit den austretenden Atomen verloren geht, gleichgültig ob die ein= und austretenden Atome ein=, zwei=, drei= oder vierwerthig sind oder ob sie theilweise der anderen Classe angehören. Aber auch durch einfache Anlagerung eines oder mehrerer Atome eines dritten Elementes an ein Molekül, ohne daß letzteres eines seiner eigenen Atome verlöre, kann ein binäres in ein ternäres Molekül übergehen. So z. B. besitzt, wie Hofmann erwähnt, der Chlorwasserstoff diese Fähigkeit in besonders hohem Grade; sein Molekül ($H\,Cl$) vereinigt sich mit 1, 2, 3 oder 4 Atomen Sauerstoff (Θ) und es entsteht eine Reihe von vier wohl charakterisirten ternären Verbindungen, welche man als Oxyde des Chlorwasserstoffs betrachten könnte, nämlich:

$H\,Cl\,\Theta$ (früher Hydrat der unterchlorigen Säure = $HO, Cl\,O$)
$H\,Cl\,\Theta_2$ „ „ „ chlorigen Säure . . = $HO, Cl\,O_3$)
$H\,Cl\,\Theta_3$ „ „ „ Chlorsäure . . . . . = $HO, Cl\,O_5$)
$H\,Cl\,\Theta_4$ „ „ „ Ueberchlorsäure . . . = $HO, Cl\,O_7$)

Ebenso bildet der Schwefelwasserstoff durch Anlagerung von 3 und 4 Atomen Sauerstoff zwei wohlbekannte Verbindungen

$H_2\,S\,\Theta_3$ (Hydrat der schwefligen Säure, früher = HO, SO_2)
$H_2\,S\,\Theta_4$ (Hydrat der Schwefelsäure, früher = HO, SO_3)

Ebenso der Phosphorwasserstoff durch Anlagerung von 2, 3 und 4 Atomen von Sauerstoff:

$H_3\,P\,\Theta_2$ (Hydrat der unterphosphorigen Säure, früher = $3\,HO,\ PO$)
$H_3\,P\,\Theta_3$ (Hydrat der phosphorigen Säure, früher = $3HO, PO_3$)
$H_3\,P\,\Theta_4$ (Hydrat der Phosphorsäure, früher = $3\ HO,\ PO_5$)

Wir haben uns in Obigem länger mit der Erörterung von Fragen aus dem Gebiete der theoretischen Chemie beschäftigt, als wir in der Folge zu thun gesonnen sind. Die außerordentliche Wichtigkeit und Tragweite der modernen Anschauungen, welche unverkennbar in immer weiteren Kreisen zur Anerkennung und Geltung gelangen, wird das rechtfertigen. Unser Jahrbuch erfüllt damit eine seiner wesentlichsten Aufgaben, indem es in eng zusammengefaßter Form den Fortschritten der theoretischen Chemie ebensowohl Rechnung trägt, wie den Fortschritten der praktischen und technischen Chemie. Es wird hierdurch, wie wir hoffen mit dazu beitragen, namentlich Denen den Uebergang von den ältern zu den neuesten Anschauungen zu erleichtern, welche durch Berufsgeschäfte an zeitraubenden Studien verhindert sind und doch dem umgestaltenden reformirenden Einflusse der modernen Wissenschaft zu folgen wünschen. Um aber fortdauernd bestimmte Anhaltepunkte zur Verknüpfung des neuesten mit dem älteren Standpunkte zu geben, werden wir in dem nun folgenden speziellen Theil wo es irgend von Nutzen erscheint, die chemische Formel der in Rede stehenden Verbindungen sowohl nach der altherkömmlichen als nach der modernen Auffassung mittheilen.

Die Elemente und einige einfache chemische Verbindungen derselben.

Die neuesten Forschungen und Entdeckungen über die chemischen Elemente, sowie über einige besonders wichtige einfache Verbindungen derselben, sind im ersten Jahrgang unseres Jahrbuches im Verhältniß zu den anderen Theilen der chemischen Wissenschaft besonders ausführlich besprochen worden; im Laufe des verflossenen Jahres ist nur wenig Wesentliches hinzugekommen und somit bildet dieser Abschnitt einen untergeordneteren Theil des vorliegenden Jahrgangs.

Sauerstoff.

Die im vorigen Jahrgang (s. S. 260) mitgetheilte **Fleitmann**'sche Methode der Sauerstoffbereitung aus Chlorkalk unter Zusatz von etwas Kobaltsuperoxydhydrat, beruht wie

Wicke nachgewiesen hat auf einer schon vor Jahren von Winkelblech gemachten Beobachtung, nach welcher Nickel- und Kobaltlösungen die unterchlorigsauren Alkalien unter Entwicklung von Sauerstoffgas zerlegen. Nach Böttger kann man anstatt Kobaltsuperoxydhydrat auch Kupferoxydhydrat anwenden und F. Stolba empfiehlt ein Verfahren, durch welches die Herstellung einer klaren Chlorkalklösung, die bei dem Fleitmann'schen Verfahren nothwendig ist, umgangen werden kann, wodurch diese Art der Sauerstoffbereitung noch wesentlich vereinfacht wird. Nach Stolba soll man den Chlorkalk erst nur mit wenig Wasser anreiben, bis alle Klümpchen zerdrückt sind; dann soll man unter fortgesetztem Reiben so lange Wasser in kleinen Antheilen zusetzen, bis ein dickflüßiger Brei entstanden ist. Diesen gießt man in einen geräumigen Glaskolben, setzt eine kleine Menge einer Lösung von salpetersaurem Kupferoxyd oder Chlorkupfer zu und einige erbsengroße Stückchen Paraffin, verbindet die Mündung des Kolbens mit dem Gasentwickelungsrohr und erwärmt gelinde über freiem Feuer oder auf dem Wasserbade, wobei sich das Sauerstoffgas sehr ruhig und gleichmäßig entwickelt, und das in der Wärme schmelzende Paraffin eine das Schäumen verhindernde dünne Oelschicht auf der Oberfläche bildet. Man wird in vielen Fällen, wo ein starkes Schäumen heißer Flüßigkeiten stattfindet, das Paraffin zur Verhinderung des Schäumens mit Vortheil anwenden können. Das aus Chlorkalk bereitete Sauerstoffgas ist sehr rein und die Darstellung völlig gefahrlos, was von der gewöhnlichen Methode der Sauerstoffbereitung aus chlorsaurem Kali und zugemischtem Braunstein nicht gesagt werden kann; denn wenn dem Braunstein, wie dies öfters der Fall ist, Kohlentheilchen beigemischt sind, so können leicht heftige Explosionen entstehen und H. Schwarz empfiehlt mit Recht, von solchen Mischungen von chlorsaurem Kali und Braunstein immer erst eine kleine Probe auf einem Bleche zu erhitzen, um zu sehen ob dieselbe sich ruhig oder unter Verpuffung zersetzt, in welch' letzterem Falle sie dann natürlich nicht brauchbar ist.

Daß im Sauerstoffgase alle Körper mit weit glänzenderem Lichte verbrennen, als in der Luft, ist längst bekannt

und sehr leicht erklärlich, da nur $^1/_5$ des Luftvolumens aus Sauerstoffgas, die anderen $^4/_5$ dagegen aus Stickstoffgas bestehen, welches das Verbrennen nicht zu unterhalten vermag. Archerau in Paris will nun reines Sauerstoffgas im Großen anwenden um durch Zuleiten desselben zu dem in den Brennern brennenden Leuchtgase, die Leuchtkraft des letzteren zu erhöhen und dadurch eine schönere und billigere Gasbeleuchtung zu erzielen. Das erstere ist wohl möglich, das letztere jedoch sehr unwahrscheinlich.

Kohlenstoff.

Wir werden den Kohlenstoffverbindungen in einem folgenden Abschnitte dieses Jahrgangs eine besondere Beachtung schenken. Hier wollen wir nur auf einige Beobachtungen Rücksicht nehmen, welche das reine Element betreffen. Man nimmt zur Zeit ganz allgemein an, daß der Kohlenstoff in drei verschiedenen Modificationen oder sogenannten allotropischen Zuständen bestehe, nämlich als Diamant, als Graphit und als armorphe schwarze Kohle. Die Richtigkeit dieser Annahme ist jedoch schon im Jahre 1859 durch sehr interessante Versuche von Brodie zweifelhaft geworden und in neuerer Zeit hat besonders A. W. Hofmann die von Brodie entdeckten Thatsachen wieder in Erinnerung gebracht. Brodie hatte gefunden, daß wenn man fein vertheilte Zuckerkohle oder Kienruß mit einer Mischung von 1 Thl. Salpetersäure und 4 Thl. Schwefelsäure erhitzt, sich die Kohle rasch oxydirt und eine in der concentrirten Säure lösliche, durch Wasser ausfällbare, in verdünnten Säuren und Salzlösungen unlösliche, in reinem Wasser und Alkalien lösliche schwarze Substanz entsteht. Behandelt man dagegen gut gereinigten ceylonischen Graphit mit der Mischung von Schwefelsäure und Salpetersäure, so nimmt er eine Purpurfarbe an, zerfällt in der Flüßigkeit zu Stücken und verwandelt sich nach dem Auswaschen in ein dem Graphit ähnliches, aber dunkler gefärbtes Produkt, welches außer einem vorwaltenden Gehalt an Kohlenstoff, auch die Elemente der Schwefelsäure nebst Sauerstoff und Wasserstoff enthält, jedoch nicht ganz rein dargestellt werden kann, da es in allem Agentien unauflöslich ist und sich dadurch auszeichnet, daß es beim Erhitzen

unter Gasentwickelung sehr stark aufquillt und einen feinst zertheilten Rückstand von Kohle hinterläßt, die das Aussehen und die Struktur von blättrigem Graphit hat. Ferner hat Brodie gefunden, daß der Graphit beim vorsichtigen Erhitzen mit einem Gemisch von Salpetersäure und chlorsaurem Kali an Gewicht zunimmt und bei mehrmaligem Wiederholen dieser Operation endlich in einem neuen Körper, Graphitsäure genannt = $C_{11}H_4O_5$ (alte Formel = $C_{11}H_2O_5$) übergeht. Die Graphitsäure bildet kleine, durchsichtige, glänzende, hellgelbe Blättchen, reagirt sauer, ist unlöslich in salz- oder säurehaltigem Wasser, wenig löslich in reinem Wasser, verbindbar mit Alkalien, wird durch reducirend wirkende Stoffe leicht zersetzt, ebenso auch beim Erhitzen, wobei sie unter Erglühen und Gasentwicklung einen schwarzen, fein vertheilter Kohle gleichenden Rückstand hinterläßt. Aus diesem eigenthümlichen Verhalten des Graphites zog Brodie den Schluß, daß der Graphit nicht nur in seinem physikalischen, sondern auch in seinem chemischen Verhalten vom gewöhnlichen Kohlenstoff verschieden sei. Er bezeichnete den Kohlenstoff im Graphit als Graphium oder Graphon mit dem chemischen Zeichen Gr, und dem Atomgewicht = 33, wonach die Graphitsäure $Gr_4H_4O_5$ (oder $Gr_2H_2O_5$) sein und der Kohlenstoff mit zwei verschiedenen Atomgewichten auftreten würde. Nach Gottschalk, welcher die Graphitsäure in neuester Zeit untersuchte, ist dieselbe = $Gr_6H_6O_9$ und zeichnet sich besonders auch dadurch aus, daß ihre schwefelgelbe Farbe unter dem Einfluß des Sonnenlichtes allmälig oberflächlich in Dunkelbraun übergeht.

Für verschiedene Verwendungen des Graphits ist die Reinigung und feine Vertheilung desselben von größter Wichtigkeit. In Bezug hierauf erinnert R. Wagner in seinem trefflichen Jahresberichte der chemischen Technologie für 1865 an die bereits 1855 von Brodie empfohlene vorzügliche Reinigungsmethode, welche seinerzeit wenig beachtet worden ist und folgendermaßen ausgeführt wird: Der Graphit wird grob gepulvert, mit $^1/_{14}$ seines Gewichts chlorsaurem Kali gemengt und in sein zweifaches concentrirte Schwefelsäure eingetragen; zugleich setzt man, wenn der Graphit kieselsäurehaltige Substanzen enthält, der Mischung mit

chlorsaurem Kali und Schwefelsäure etwas Fluornatrium zu. Die Mischung wird nun im Wasserbade erhitzt, bis sich keine Dämpfe von Unterchlorsäure mehr entwickeln und nach dem Erkalten zu Wasser gesetzt; die ausgeschiedene Masse wird mit Wasser ausgewaschen und nach dem Trocknen geglüht wobei sie aufschwillt und einen sehr reinen und so fein vertheilten Graphit hinterläßt, wie man ihn auf anderem Wege nicht erhalten kann. So gereinigter Graphit eignet sich vorzüglich zur Bleistiftfabrication, zum Lüstriren des Kanonenpulvers, als Elektricitätsleiter, zur Anfertigung von Graphittiegeln etc. — Eine andere, weniger vollständige, aber für manche Zwecke genügende Reinigungsmethode des Graphits besteht darin, daß man den Graphit in einem verschlossenen Tiegel längere Zeit zur Rothgluth erhitzt und dann mit Salzsäure auskocht, welche ihn vom Eisen und Kalk befreit.

Beachtungswerth ist ferner, daß man in neuester Zeit in Sibirien, namentlich an den Flüßen Tunguska, Bachta und Kucika im Gouvernement Jenisei mächtige Lager von vorzüglichem Graphit, der durchschnittlich 94 Procent Kohlenstoff enthält, entdeckt hat, der sowohl zur Bleistift= wie zur Tiegelfabrikation verwendet werden kann. Ebenso macht Ritter v. Hauer auf die bedeutenden Graphitlager von Brunn=Taubitz bei Krems in Niederoesterreich aufmerksam. Der Graphit von Brunn=Taubitz enthält 50—83 Procent Kohlenstoff in allen Abstufungen. Schmilzt man ihn mit kohlensaurem Natron zusammen und extrahirt die Masse dann mit Wasser und Salzsäure, so gelingt es, fast sämmtliche fremde Beimischungen daraus zu entfernen und ein Produkt zu erzielen, welches bis 98 Procent Kohlenstoff enthält und daher zu allen Verwendungen geeignet ist.

Kalium.

In unserem vorjährigen Berichte über das Staßfurter Salzlager, gedachten wir der in Staßfurt entstandenen Kaliindustrie und machten auf die große Bedeutung derselben aufmerksam. Inzwischen sind mehrere neue und interessante hierauf bezügliche Mittheilungen veröffentlicht worden, aus welchen wir im Nachstehenden das Wesentlichste mittheilen wollen.

Zu den bereits im vorigen Jahrg. (s. S. 318) namhaft

gemachten Staßfurter Salzen, ist in jüngster Zeit noch ein neues gekommen, nämlich der Kainit oder Schönit = $KO, SO_3 + MgO, SO_3 + Mg\,Cl + 6\,HO$ (nach Reichhardt); derselbe zeichnet sich dadurch aus, daß er an Alkohol oder Wasser sehr leicht sein Chlormagnesium abgiebt, wobei dann ohne Aenderung der ursprünglichen Form, sogenannter Pikromerit = $KO, SO_3 + MgO, SO_3 + 6\,HO$ zurückbleibt, ein Doppelsalz, welches wegen seines bedeutenden Gehaltes an schwefelsaurem Kali mit der Zeit technisch wichtig zu werden verspricht.

Von großem Interesse ist ferner ein Bericht, welchen F. Michels für den R. Wagner'schen Jahres-Bericht der chemischen Technologie 1865 geliefert hat. Nach Michels hat die Staßfurter Kalisalzindustrie nach einer nur kurzen hoffnungsreichen Blüthe, durch Concurrenz arge Stöße erlitten, und dürfte sich erst nach schweren Kämpfen wieder emporarbeiten. Staßfurt habe eine weit größere Weltberühmtheit, als es verdiene. Der anfänglich bei hohen Preisen des Chlorkaliums (6—7 Thlr. pr. Ctr.) gute Gewinn, der leichte, sorglose, durch Gewährung von Credit seitens der Regierungen erleichterte Bezug der Rohsalze habe eine schnelle Vergrößerung der bestehenden Fabriken hervorgerufen, so daß z. B. die Fabrik von Vorster und Grüneberg, welche anfänglich nur auf eine Verarbeitung von täglich 200 Ctrn. Abraumsalz eingerichtet war, sich allmälig auf die Verarbeitung von täglich 1500 Ctrn. dieses Rohsalzes einrichtete. Dazu sei bald eine beispiellose Concurrenz in diesem Fabrikationszweigege kommen, indem in dem kurzen Zeitraume von $1^1/_2$ Jahren achtzehn Fabriken, die meistentheils ohne jede Kenntniß der Sachlage, des Bedarfs und der chemischen und Handels-Verhältnisse lediglich in der Hoffnung schnell und mühelos reich zu werden, gegründet wurden. Durch die übergroße Anzahl von Fabriken sei eine weit bedeutendere Quantität Chlorkalium producirt worden, als dem Verbrauche entsprach und in Folge dessen sei der Preis in ganz kurzer Zeit so sehr heruntergegangen, daß die Fabrikanten, nachdem sie zum Theil große Vorräthe angesammelt hatten, unter dem Gestehungspreise verkaufen mußten. Eine zweimalige Erniedrigung des Preises für das Rohsalz seitens der Re-

gierungen, habe nur ein weiteres Weichen des Chlorkalium-preises verursacht, so daß gegen Ende 1865 der Preis eines Centners Chlorkalium von 80 Proc. nur noch $2^1/_4$—$2^1/_2$ Thlr. betrug. Vier Fabriken seien bereits wieder eingegangen, während zwei Fabriken sich auf andere Produkte geworfen haben.

In ähnlicher Weise spricht sich auch ein Correspondent im Berggeist (1865 Nr. 91) aus. „Staßfurt" heißt es in dieser Correspondenz „hat sich zwei Aufgaben gestellt. Es will mit seinem Steinsalz der inländischen Industrie dienen und mittelst Export den Handel beleben und andererseits seine reichen Schätze an Kali in unbegrenzter Weise der Nationalökonomie zu gute kommen lassen. In erster Beziehung wird sich das Jahr 1865 dem günstigen Vorjahre gleichsetzen; es werden wie im letzten Jahre 850000 Ctnr. Steinsalz debitirt werden, trotzdem, daß die Transportverhältnisse, welche den Salzhandel bestimmen, im höchsten Grade ungünstig waren." Ferner: „Hinsichtlich der zweiten Aufgabe hatte Staßfurt bösere Zeiten zu durchlaufen, — die Kaliindustrie betrat etwa heute vor einem Jahre (Ende 1864) einen sehr dornenvollen Weg. Bis dahin hatten alle Consequenzen der Concurrenz geschlummert; das Verhältniß zwischen Produktion und Cosumtion war ein so günstiges, daß sich alle Kalifabrikate in hohem Preise halten konnten. Da brachte Staßfurt in einem Jahre einen Zuwachs von 300000 Ctr. Chlorkalium auf den Markt — und die Concurrenz begann ihre Geißel zu schwingen. Eine Ueberproduktion fand in Wirklichkeit eigentlich nicht statt, nur relativ war sie vorhanden, weil Fabrikation und Handel nicht in einer Hand lagen und der vorsichtige Handel sich nicht so schnell Absatzwege verschaffte als die voreilige Produktion es verlangte. Es trat folgerecht eine Stockung ein, welche weitere Unbequemlichkeiten mit sich brachte." Ferner: „Es waren überhaupt nach und nach 20 Fabriken entstanden, für deren Produktionsfähigkeit aber nicht schnell genug Markt zu finden war. Einige Fabriken zogen deshalb bald vor, sich überhaupt wieder zurückzuziehen andere legten sich auf Darstellung neuer Artikel, Salpeter, schwefelsaures Kali rc.; man verbesserte den Betriebsgang, führte die exorbitant gestiegenen Lohnverhältnisse in richtiges Maß zurück und suchte neue Absatzquellen. Zu Hülfe

kamen der Industrie dabei die gesunkenen Preise des zum Salpeter nöthigen Chilisalpeters, das Aufgeben der Chlorkaliumfabrikation in Südfrankreich und das Auffinden neuer werthvoller Salze in den hiesigen Salzwerken. Solche Hebel mußten helfen und wenn auch das Geschäft noch nicht wieder die frühere Blüthe gewonnen hat, augenblicklich auch noch ein gewisser Druck von dem auf den Markt geworfenen ostindischen Salpeter, der in Erwartung besserer Preise in England aufgehäuft war, ausgeübt wird, so ist doch die Krisis überwunden. Es häufen sich die Nachfragen und der Preis steigt. Zu der Ueberzeugung ist man aber gekommen, daß die Industrie nicht bei der einfachen Darstellung von Chlorkalium stehen bleiben kann. Man legt sich jetzt schon in großem Maßstabe mit auf die Darstellung von Kalidünger und beachtet man, daß der Ackerkrume durch die moderne Landwirthschaft, namentlich durch Rüben-, Tabaks-, Weinbau ein großer Theil des Kaligehalts unwiederbringlich entzogen wird — daß die jetzige Produktionsfähigkeit Staßfurts an Kali nur eben ausreichend ist, dem Boden das Kali wieder zuzuführen, welches demselben im Zollverein nur allein durch den Rübenbau entzogen wird — und daß die Landwirthschaft für diesen Artikel fast nur auf Staßfurt angewiesen ist, so gewinnt man die Ueberzeugung, daß diese augenblickliche Richtung der Industrie auf gutem Boden steht. Der ostindische Salpeter ist, da Staßfurt dessen Preis seit Jahresfrist von 12 Thlrn. auf 8 Thlr. heruntergesetzt hat, schon fast ganz zurückgedrängt. Eine dritte noch ungelöste Aufgabe würde in der Darstellung der Potasche liegen. Zu ihrer Darstellung würde aber billigere Schwefelsäure gehören und da stoßen wir wieder auf das unleidliche Thema der Eisenbahnen, welche es noch nicht möglich machen, billige Schwefelkiese aus Westfalen herbeizuschaffen."

Der Korrespondent des Berggeistes schildert hiernach die Staßfurter Verhältnisse nicht so trostlos, wie F. Michels. Der Letztere gibt ferner in Wagners Jahresbericht interessante Aufschlüsse über die Methoden der Verarbeitung des Staßfurter Abraumsalzes. Er macht darauf aufmerksam, daß Dr. Frank zwar wohl ein Patent auf Darstellung von Chlorkalium genommen, daß sich jedoch sein Verfahren praktisch nicht bewährt habe und daher sein Etablissement die Benenn-

ung „Patent-Kali-Fabrik" nicht mehr verdiene, indem Dr. Frank jetzt nach der von Vorster und Grüneberg eingeführten Methode arbeite, welche auf folgenden Grundlagen beruhe: 1. daß Kochsalz sich ebenso leicht in kaltem als in warmem Wasser löst; 2. daß Chlorkalium im Gegensatz dazu sich um so mehr in warmem Wasser löst, je höher die Temperatur; 3. daß eine heiß gesättigte Chlormagnesiumlösung alles aufgelöste Chlorkalium in Form von Carnallit ausscheidet, so daß die kalte Mutterlauge nur Spuren von Chlorkalium enthält. Die rohen Abraumsalze die aus etwa:

50—55 Proc. Carnallit (= 13—14 Proc. KCl)
25—30 „ Steinsalz
10—15 „ Kieserit,
Rest: Anhydrit, Thonschlamm ꝛc.

bestehen, werden im gröblich zerkleinerten Zustande in eisernen mit doppelten Siebböden versehenen Lösekesseln mit freiem Dampf und weniger Wasser als zum Lösen aller löslichen Salze erforderlich ist, behandelt. Man erhält eine Lauge, die im heißen Zustande 32°,5 B. wiegt und alles Chlormagnesium, fast alles Chlorkalium und einen Theil des Kochsalzes und der schwefelsauren Magnesia gelöst enthält, während der größere Theil des Kieserites und des Steinsalzes mit den unlöslichen Bestandtheilen zurückbleibt. Aus der Lauge scheidet sich beim Erkalten Chlorkalium in Krystallen ab, verunreinigt durch mitkrystallisirendes Kochsalz. Die erkaltete Mutterlauge wird entweder direkt bis 35° B. eingedampft oder fractionirt erst bis 32°, 5 B. und dann nach dem Auskrystallisiren einer neuen Menge Chlorkalium weiter bis 35° B. Beim Verdampfen scheidet sich hauptsächlich Kochsalz mit Doppelsalz von schwefelsaurem Kali und schwefelsaurer Magnesia nebst etwas überschüssiger schwefelsaurer Magnesia aus. Die auf 35° B. concentrite Mutterlauge giebt beim Erkalten eine reichliche Krystallisation von Carnallit und läßt eine „letzte" Lauge, die beim gehörigen Erkalten fast frei von Chlorkalium ist und alles Chlormagnesium, nebst etwas Kochsalz und schwefelsaurer Magnesia enthält. Diese „letzte" Lauge hat bis jetzt keine Verwendung gefunden, man läßt dieselbe daher fortfließen; sie könnte zur Darstellung von Brom, welches in geringer Menge dar in enthalten ist, benutzt werden.

Das aus den ersten und zweiten Laugen erhaltene Chlorkalium, das durchschnittlich 30—40 Proc. Kochsalz enthält, wird mit kaltem Wasser, in tiefen Gefäßen behandelt (gedeckt); es löst sich hauptsächlich Kochsalz auf, während Chlorkalium zurückbleibt. So gelingt es auf einfache Weise das Chlorkalium auf 80—85 Proc. anzureichern. Der durch Krystallisation aus der auf 35° B. eingedampften Lauge erhaltene Carnallit wird in Wasser gelöst und giebt beim Krystallisiren ein hochgrädiges schönes Chlorkalium.

Im Handel wird der Preis des Chlorkaliums stets auf 80 Proc. berechnet. Das rührt daher, daß man incl. Verlust zu 1 Ctr. Kalisalpeter etwa 80 Pfd. Chlorkalium gebraucht. Deßhalb wird auch meist das Chlorkalium zu einem Gehalte von 80—85 Proc. hergestellt. Nach den Mittheilungen von F. Michels wird das Chlorkalium in Deutschland, England, Belgien, Frankreich und Amerika hauptsächlich zur Fabrikation von Kalisalpeter und nur in untergeordnetem Grade zur Alaunfabrikation und in der Landwirthschaft benutzt. Die Ueberführung des Chlorkaliums in Potasche sei für die Praxis noch nicht gelungen, indem derselben theils technische Schwierigkeiten im Wege liegen, theils gebe die hergestellte Potasche keinen erheblichen Nutzen bei der Concurrenz mit den im Handel vorkommenden Potaschesorten (aus Schlempe, Holzasche ꝛc.). Besonders erschwerend seien für Staßfurt die ungünstigen Frachtverhältnisse für Schwefelkiese und Steinkohlen, durch welche die Anlage der zur Soda- und Potaschefabrikation unentbehrlichen Schwefelsäurefabriken unmöglich werde. Dagegen sei es der Firma Vorster u. Grüneberg gelungen, schwefelsaures Kali mittelst Chlorkalium und Kieserit im Großen herzustellen; die Methode dieser Fabrikation sei aber Eigenthum der genannten Firma und werde zur Zeit noch geheim gehalten. Die von G. Clemm empfohlenen patentirten Methoden zur Darstellung von schwefelsauren und kohlensauren Alkalien aus den Staßfurter Salzen haben nach Michels nicht den geringsten Erfolg gegeben. Dagegen habe man angefangen, die beim Lösen der Abraumsalze bleibenden „Rückstände", die aus circa 55—60 Proc. Kochsalz, 25—30 Proc. schwefelsaurer Magnesia, etwas Chlorkalium, Anhydrit

Thonschlamm und Wasser bestehen und sich in den einzelnen Fabriken zu bedeutenden Bergen angehäuft haben, auf Glaubersalz zu verarbeiten, ähnlich wie nach dem Balard'schen Verfahren in den Salinen des Mittelmeeres Glaubersalz durch Zersetzung von Kochsalz und schwefelsaurer Magnesia bei Frostkälte gewonnen wird. Während man aber in Frankreich hierzu die Carré'schen Eismaschinen benutzt, beschränkt man sich in Staßfurt nur auf die Winterkälte, fabricirt also nur im Winter Glaubersalz. Die gut verwitterten Rückstände — in denen die schwefelsaure Magnesia des Kieserits durch Wasseraufnahme löslich geworden ist — werden zu diesem Behufe in Wasser gelöst und in flachen Gefäßen von Eisen oder Stein der Winterkälte ausgesetzt. Schon bei + 5° C. beginnt die Bildung des krystallisirten Glaubersalzes. Da diese lediglich auf äußere Temperaturverhältnisse basirte Industrie, die mehr das Wesen einer Ernte, als das einer Fabrikation trägt, immerhin eine ziemlich unsichere ist, so darf man keine zu großen Erwartungen an dieselbe knüpfen. Weit wichtiger jedoch ist nach Michels die Fabrikation von sogenanntem Kalisalz oder rohem schwefelsaurem Kali zum Düngen; dieses Salz wird bei der Fabrikation von Chlorkalium als Nebenprodukt gewonnen, besteht aus 18—20 Proc. schwefelsaurem Kali mit mehr oder weniger Kochsalz, Bittersalz und Gyps, ist aber frei von dem erwiesenermaßen für die Vegetation schädlichen Chlormagnesium. Im Jahre 1865 sind bereits gegen 100,000 Ctr. dieses Produktes erzeugt worden.

Magnesium

Das Magnesium wird fortdauernd zur Erzeugung brillanter Lichteffecte benutzt und zu diesem Behufe als Draht oder schmales Band in den Handel gebracht. In Betreff seiner Fabrikation sind jedoch keine weiteren Fortschritte gemacht worden (vgl. den vor. Jahrg. S. 268).

Dagegen hat H. Sainte-Claire Deville in neuster Zeit die wichtige Entdeckung gemacht, daß gewisse Sorten des Magnesiumoxydes, der sogenannten Magnesia = (MgO) namentlich die durch Rothglühen aus Chlormagnesium oder salpetersaurer Magnesia dargestellten, hydraulische Eigen-

schaften besitzen, welche in einer staunenswerth raschen und vollkommenen Weise auftreten. Besonders günstig verhält sich ein Gemenge von gleichen Theilen gepulverter Kreide oder gepulvertem Marmor und fein geriebener, bei Rothgluth gebrannter Magnesia. Ein solches Gemeng giebt mit Wasser einen etwas plastischen Teig, welcher sich gut formen läßt und nach längerem Liegen im Wasser zu einer Masse von außerordentlicher Festigkeit erhärtet. Auch magnesiareiche Dolomite (mit einem Gehalte von 40—60 Procent kohlensaurer Magnesia), verwandeln sich, wenn man sie einige Zeit einer unter der Dunkelrothglühhitze liegenden Temperatur von 300—400° C. ausgesetzt (wobei nur die im Dolomit enthaltene kohlensaure Magnesia ihre Kohlensäure abgibt, während der zugleich mit vorhandene kohlensaure Kalk ganz oder gröstentheils unverändert bleibt, so daß also eine innige Mischung von gebrannter Magnesia und kohlensaurem Kalk entsteht) in Produkte, welche unter Wasser sehr rasch erhärten und einen Stein von ganz außerordentlicher Härte geben, der in seiner Zusammensetzung dem Predazzit gleicht, einem Mineral aus dem Muschelkalk von Canzacoli bei Predazzo, welches aus 63,0 Proc. kohlensaurem Kalk, 35,1 Proc. Magnesiahydrat und 11,9 Proc. fremden Beimischungen besteht. Die bei gelinder Temperatur gebrannte Magnesia des Dolomites ist also die hydraulisirende Substanz welche indem sie Wasser aufnimmt und sich in Hydrat verwandelt, die Partikelchen des unzersetzten kohlensauren Kalks mit einander vereinigt, gleichsam zusammenkittet und damit einen dichten, festen compacten Stein bildet. Dieselbe Wirkung zeigt die Magnesia auch bei der künstlich dargestellten Mischung mit Marmor.

Unterwirft man den Dolomit einer starken Rothglühhitze, wobei auch der darin enthaltene kohlensaure Kalk seine Kohlensäure verliert, so erhält man ein Produkt, welches unter Wasser keine Bindekraft besitzt. Die Magnesia-Cemente widerstehen selbst der Wirkung des Meerwassers. Fr. Crace Calvert bestätigt Deville's Angaben über die Hydraulicität des Magnesia und theilt mit, daß die Great Dinorben Mining and Cement Company, welche die Magnesia-Kalkstein-Lagerstätten von Amluch auf Anglesea (Nord-Wales) bergmännisch abbaut, schon seit mehreren Jahren

gewisse Bänke des Magnesia=Kalksteins von Port = Cynfor und Hell'smouth Bay technisch verwerthe und verschiedene Sorten von hydraulischem Cement daraus fabricire.

Eisen.

Roheisen. Schmiedeeisen. Stahl.

Nach R. Wagner (Jahresber. der chem. Technologie f. 1865) beträgt die jährliche Roheisenproduktion etwa 178,500,000 Zollcentner; davon kommen auf

England, Wales und Schottland	90,000,000	Zollctr.
Frankreich	24,500,000	"
Nordamerika	20,200,000	"
Preußen	10,300,000	"
Belgien	7,250,000	"
Oesterreich	6,750,000	"
Uebriges Deutschland (darunter Bayern mit 900,000 Ctr.)	4,250,000	"
Rußland	6,000,000	"
Schweden	4,500,000	"
Australien	2,000,000	"
Italien	750,000	"
Spanien	1,200,000	"
Norwegen	500,000	"
Dänemark	300,000	"
	178,500,000	"

Die jährliche Stahlproduktion in Europa läßt sich nach Wagner auf 3,485,000 Zollcentner schätzen, davon kommen auf

Großbrittanien	1,425,000	Zollctr.
Frankreich	600,000	"
Belgien	80,000	"
Preußen	665,000	"
Uebriger Zollverein	35,000	"
Oesterreich	425,000	"
Schweden	130,000	"
Rußland	100,000	"
Italien	15,000	"
Spanien	10,000	"
	3,485,000	"

Von den 665,000 Ctr. Stahl, welche Preußen (1864) producirte, kommen auf Westfalen 500,000, auf die Rheinprovinz 150,000, auf Schlesien 10000 und auf Sachsen 5000 Ctr. — Von den 425,000 Ctr. der Produktion Oesterreichs kommen über 200,000 Ctr. auf Steiermark, 50000 Ctr. auf Niederösterreich, 50000 Ctr. auf Krain, Salzburg und Tyrol, 40000 Ctr. auf Kärnten, 40000 Ctr. auf Mähren und Schlesien, der Rest vertheilt sich auf Böhmen, Ungarn, Siebenbürgen und Venetien.

Ueber die Ursachen der Verschiedenheit zwischen Roheisen, Schmiedeeisen und Stahl, worüber wir bereits im vorigen Jahrgang (s. S. 280 u. f.) ausführlich berichtet hatten, liegen wieder verschiedene Arbeiten vor, von welchen wir besonders diejenige von de Cizancourt über die allotropischen Zustände des Eisens und ihre Bedeutung für die Metallurgie, als bemerkenswerth, kurz berücksichtigen wollen. De Cizancourt äußert sich hierüber folgendermaßen:

„Die Eisenoxyde wurden lange Zeit als Oxydationsstufen eines einzigen Metalls betrachtet, von welchem angenommen wurde, daß es, sobald es dieselbe chemische Reinheit oder dieselbe Zusammensetzung besaß, im metallischen Zustande stets absolut identische Eigenschaften besitzen müsse. Aus dieser Anschauungsweise ist die noch jetzt allgemein gültige Theorie hervorgegangen, nach welcher alle Unterschiede im Verhalten und in den Eigenschaften der verschiedenen Produkte der Eisenhütten, ausschließlich Differenzen in ihrer chemischen Zusammensetzung zugeschrieben werden. Noch immer werden diese Produkte in drei verschiedene Gruppen getheilt: in Roheisen (Gußeisen), Stahl und Stabeisen und diese Classification ist einzig und allein aus der Berücksichtigung ihres gewöhnlichen Gehalts an Kohlenstoff hervorgegangen. Indessen treten manche Roheisensorten von ganz gleicher Zusammensetzung mit so entgegengesetzten äußeren Eigenschaften auf und geben bei ihrer weiteren Verarbeitung so von einander abweichende Produkte, daß es durchaus nothwendig wird, in der Praxis einen Unterschied zwischen ihnen aufzustellen. Ebenso kommt umgekehrt Roheisen vor, welches hinsichtlich seiner chemischen Zusammensetzung mit manchen Stahlsorten

ganz übereinstimmt, sowie es auch Stahlsorten giebt, welche sich durch die Analyse von gewissen Roheisensorten nicht unterscheiden lassen."

„Demnach kann bei einem umfassenden Studium der Eisenhüttenprodukte die chemische Zusammensetzung nur als ein untergeordnetes Moment betrachtet werden; den vorwaltenden Charakter bestimmt nämlich die Beziehung, welche zwischen den Eigenschaften der verschiedenen Produkte und den Oxydationsstufen besteht, in denen das Eisen in den zur Darstellung dieser Produkte verwendeten Erzen vorhanden war. Der Ausdruck dieser allgemeinen und constant auftretenden Erscheinung ist seit den interessanten Untersuchungen Leplay's für jeden Praktiker eine Art Axiom geworden, welches man in dem Satze formulirt: Nur Stahlerze geben Stahl oder auch: Jeder Eisenstein giebt sein besonderes Eisen."

De Cizancourt behauptet nun, daß das metallische Eisen in mindestens zwei allotropischen Zuständen auftreten könne, welche bereits Berzelius durch die beiden Namen „Ferrosum" und „Ferricum" unterschieden habe.

Das Ferrosum sei das Metall der oxydulischen Erze, lasse sich nur im Kleinen, nicht hüttenmännisch, durch Reduktion mittelst Wasserstoffgas darstellen, gehe leicht in das Ferricum über, gehöre zur Gruppe der einwerthigen Elemente und vereinige sich leicht mit Kohlenstoff zu einer harten und spröden Verbindung, welche in dem krystallinischen weißen Roheisen oder Spiegeleisen in reinster Form und größter Stabilität zur Erscheinung komme. In diesem Roheisen sei das Ferrosum mit schwankenden Mengen von Kohlenstoff verbunden, welche von Kohlenoxyd herrühren. Man erhalte das Ferrosum in Form von weißem krystallinischem Roheisen aus verschiedenen oxydulischen Eisenerzen, namentlich leicht aus dem Spatheisenstein (kohlensaurem Eisenoxydul) und zwar um so leichter, bei je niedrigerer Temperatur die Reduktion der Erze erfolgt und je rascher das erblasene Eisen erkaltet. Das Ferrosum entspreche demnach den relativ niedrigsten Temperaturgraden, die zur Erzeugung von Roheisen möglich sind. Es liefere zwar Stahl

und Stabeisen, allein es behalte unter diesen beiden Formen — falls es nicht etwa in verbranntes Stabeisen übergegangen — die stets scharf ausgeprägte Eigenschaft, sich durch die üblichen hüttenmännischen Prozesse aus Eisen zu Stahl und aus Stahl zu weißem krystallinischen Roheisen verwandeln zu lassen.

Das Ferricum sei das Metall der wasserfreien oxydischen Erze; es vereinige sich zwar bei hohen Temperaturen mit Kohlenstoff, doch scheide sich derselbe in Folge geringerer Verwandtschaft der beiden Körper beim langsamen Erkalten wieder aus. Es liefere das hämmerbare Stabeisen und als eine andere Form desselben, verbranntes Eisen, könne jedoch für sich allein ebensowenig in den Zustand von stabilem Stahl, als in den von stabilem weißen Roheisen übergeführt werden. Seine hervorragendste physikalische Eigenschaft sei seine Dehnbarkeit, welche es nur dann einbüße, wenn es seine, von der normalen entfernteste Form, nämlich den Zustand des verbrannten Eisens erreiche. Es gehöre zu den mehrwerthigen Elementen.

Nach de Cizancourt sind die schwarzen und grauen Roheisensorten Ferricum, welches einen Theil seiner Eigenschaften behält und den Kohlenstoff, mit welchem es unter dem Einflusse hoher Temperaturen beladen worden war, bei langsamem Erkalten ausscheidet. Im grauen Roheisen waltet gewöhnlich das Ferricum vor, im halbirten Roheisen sind beide allotropische Modifikationen mit ihrem eigenthümlichen Charakter vorhanden, indem das Ferrosum die weißen Gemengtheile und den chemisch gebundenen Kohlenstoff, das Ferricum die grauen Theile und den ausgeschiedenen Kohlenstoff hergiebt.

Die verschiedenen Sorten des hämmerbaren Eisens bestehen aus wandelbaren Gemengen der zwei allotropischen Modifikationen des Eisens, welche beide in den Zustand von Ferricum übergegangen sind. Ferner behauptet de Cizancourt, daß, da die magnetischen Eisenoxyde oder Magneteisensteine die beiden allotropischen Modifikationen des Eisens im Verhältnisse ihres Atomgewichtes enthalten und die vollkommensten stabilsten Stahlsorten liefern, der Stahl durch Vereinigung der beiden allotropischen Zustände des

Eisens entstehe und dieselben ebenfalls im Verhältniß ihrer Atomgewichte enthalte. Er verspricht noch bestimmtere Beweise für die Richtigkeit seiner Ansichten, welche für die Metallurgie des Eisens von bedeutendem praktischen Werthe sein werden, beizubringen.

Einige interessante Mittheilungen hat Sorby über die Struktur von Eisen und Stahl gemacht. Er ließ nämlich polirte, mit schwachen Säuren geätzte und mit Hülfe des Mikroskops in den Details vervollständigte Flächen photographiren, wobei sich folgende Erscheinungen zeigten: Meteoreisen besitzt eine äußerst krystallinische Struktur; graues Roheisen zeigt Graphitkrystalle, auf der buntscheckigen Oberfläche des Metalls losgelöst; Feineisen zeigt lange Linien harter Metalltheile, die zu Zonen geordnet sind; Walzeisen zeigt sich im Gegensatz zum Luppeneisen frei von Schlacke und von eigenthümlicher Textur, während schwedisches Eisen sich dem Stahl nähert; Cementstahl läßt deutlich den Vorgang des Cementirens erkennen; Gußstahl zeigt gleichförmige Anordnung der Krystalle.

Wir hatten im vorigen Jahrgang (s. S. 280) darauf hingewiesen, daß die Gewinnung eines nicht rostenden Eisens nicht zu den Unmöglichkeiten gehöre. Dieses Problem ist zwar noch nicht vollständig gelöst worden, doch hat O. C. Prieger in Bonn eine Eisenlegirung, das sogenannte Eisenmangan entdeckt, welche sich leicht in großem Maßstabe darstellen läßt und an der Luft so unveränderlich ist, daß sie sich selbst nach Jahren nicht oxydirt. Zur Darstellung dieser Legirung werden die Manganerze (Braunstein) oder Manganerzrückstände (Braunsteinausschlag) oder sonstigen Mangan haltigen Substanzen gepulvert, wenn sie wasserhaltig sind getrocknet und dann mit einer zu ihrer Reduktion hinlänglichen Quantität von Holzkohlenpulver gemengt. Dieses Gemenge wird mit der erforderlichen Menge von Guß- oder Stabeisen oder Stahl irgend einer Sorte versetzt, welche in möglichst vertheiltem (zerkleinerten) Zustande angewendet werden müssen, z. B. als Granalien, als Feil-, Dreh-, oder Bohrspäne, als Draht oder Blechabfälle etc., hierauf in gute Schmelztiegel, am besten in Graphittiegel, welche 30—50 Pfd. davon fassen, eingetragen, mit einer Schicht von Kohlenlösche, Flußspath,

Kochsalz oder einer anderen die Luft abhaltenden Substanz bedeckt und durch mehrstündige Weißglühhitze zum Schmelzen gebracht. Das Mangan wird reducirt, verbindet sich mit dem Eisen und nach dem Erkalten befindet sich auf dem Boden des Tiegels ein mit grünlicher Schlacke bedeckter Regulus von Eisenmangan. Das so bereitete Eisenmangan ist eine vollkommen homogene, durch und durch gleichartig aus Eisen und Mangan zusammengesetzte Substanz; es übertrifft an Härte den Quarz und härtesten Stahl sehr bedeutend, ist ziemlich spröde, stahlgrau bis silberweiß, nimmt eine ausgezeichnete Politur an, schmilzt in der Rothglühhitze und füllt beim Gießen die Formen sehr scharf aus. An der Luft ist es wie schon erwähnt unveränderlich und oxydirt sich selbst nach Jahren nicht, sogar unter Wasser oxydirt es sich nur oberflächlich. Besonders vortheilhaft sind die Legirungen mit 66,3 Proc. Mangan und 33,7 Proc. Eisen, und von 79,7 Proc. Mangan und 20,3 Proc. Eisen. Beide Verbindungen zeigen auf dem Bruche in der Mitte des Regulus eine deutlich krystallinische Struktur; nach den Rändern erscheint der Bruch, in Folge des rascheren Erkaltens körnig. Diese Sorten von Eisenmangan lassen sich zu verschiedenen technischen Zwecken verwenden. So war z. B. Stabeisen oder Stahl, durch einen Zusatz von 0,1—5 Proc. Mangan in Form von Eisenmangan bedeutend fester und härter, ohne die guten Eigenschaften (Dehnbarkeit, Schweißbarkeit etc.) einzubüßen. Der Stahl erlangt durch einen Mangangehalt größere Streckbarkeit, so daß er sich bei der stärksten Rothglühhitze hämmern läßt, ohne Risse zu erhalten oder sonst zu verderben, was anderer Stahl nicht aushält. Auch die Schweißbarkeit des Stahls wird durch den Mangangehalt etwas erhöht. Setzt man bei der Fabrikation von Gußstahl der gewöhnlichen Tiegelcharge 0,1—2 Proc. von Mangan in Form von Eisenmangan zu, so wird das Produkt ebenfalls härter und fester. Durch einen Zusatz von 0,1—3 Proc. Manganmetall in Form von Eisenmangan zum Puddelstahl, wird ein Produkt gewonnen, dessen Festigkeit 15—30 Proc. größer ist als diejenige desselben Stahls ohne diesen Zusatz und welches sich zur Anfertigung von Meißeln, Drehstählen und anderen harten, schneidenden Instrumenten vorzüglich eignet.

Zu den wichtigsten Fortschritten auf dem Gebiete der Eisenindustrie, gehört die directe Darstellung von Stahl aus Roheisen, wie dies z. B. durch den Bessemerproceß (s. S. 293 im vorjährigen Jahrgang) geschieht; allein der Bessemerstahl ist wohl ein ganz ausgezeichnetes Material zu Eisenbahnschienen, Bandagen, Achsen, Kanonen, Kesselblechen, Heizrohren für Lokomotiven und Lokomobilen, Schiffsblechen etc. er unterscheidet sich aber doch wesentlich vom eigentlichen Stahl (vgl. den vorjährigen Jahrgang S. 296) und eignet sich nicht so gut wie dieser zu den feineren schneidenden Werkzeugen (Messern, Scheeren etc.). Nach Aristide Bérard läßt sich auf direktem Wege aus Roheisen ein Stahl erzielen, der als ächter Stahl betrachtet werden kann, wenn man nach folgendem Prinzip arbeitet:

Um nämlich die in den meisten Roheisensorten vorkommenden Beimischungen von Kohlenstoff, Silicium, Aluminium Schwefel, Phosphor, Arsen etc. abzuscheiden, soll man das flüssige Roheisen abwechselnd einer oxydirenden und einer reducirenden Behandlung unterwerfen. Zu diesem Behufe hat Bérard einen besonderen Flammofen mit zwei beweglichen Herdsohlen, die durch eine Herdbrücke von einander getrennt sind, construirt. Zur Heizung des Ofens dienen Gase und auf der die beiden Herdsohlen trennenden Herdbrücke befindet sich eine Schicht Koks, welche die Gase durchdringen müssen, so daß ihr freier Sauerstoff von denselben absorbirt wird. Der Gasstrom selbst kann mittelst Klappen oder Ventilen so regulirt werden, daß er nach Belieben aus dem rechten in den linken Heerd tritt, oder sich auch in umgekehrter Richtung bewegt. Während man nun im rechten Herde mittelst Formen, welche atmosphärische Luft zuführen, oxydirend arbeitet, übt man gleichzeitig im linken Herde mit Hülfe von Formen, durch welche ein vorher von Schwefel gereinigtes Gemisch von Wasserstoff- und Kohlenoxydgas zugeführt wird, eine reducirende Wirkung aus. Nachdem diese doppelte Reaction 12—15 Minuten gedauert hat, wird dieselbe in entgegengesetzter Weise fortgesetzt, so daß an die Stelle des Oxydirens das Reduciren tritt und umgekehrt. Mit dieser Arbeit wird abwechselnd längere oder kürzere Zeit fortgefahren, je nachdem das angewandte Roheisen mehr oder weniger

unrein war. In der letzten Periode der Arbeit findet das Entkohlen statt. Während des Oxydationsprocesses oxydiren sich besonders das Silicium, Aluminium, Calcium, Magnesium nebst einem Theil des Eisens, sowie zum Theil auch der Schwefel, Phosphor und das Arsen, welche dabei theilweise flüchtig werden. Während des Reduktionsprocesses dagegen wird das Eisen, welches sich oxydirt hatte, wieder reducirt, während die anderen oxydirten Elemente als arme Schlacken auf dem flüssigen Eisen schwimmen und die noch vorhandenen Antheile von Schwefel, Phosphor und Arsen verbinden sich mit dem Wasserstoff (?), entweichen in die Esse und werden, wie Bérard behauptet nach und nach ganz entfernt, so daß der Stahl ganz rein und frei von diesen schädlichen Beimischungen erhalten wird. Der so gewonnene Stahl ist ein ächter Stahl mit allen Eigenschaften des Gußstahls, von feinem gleichartigem geschlossenem Korne und gut zu bearbeiten, läßt sich ohne wahrnehmbare Veränderung umschmelzen, gut härten und eignet sich daher auch zur Anfertigung von Werkzeugen.

Silber.

Zur Abscheidung des Silbers aus Photographie-Rückständen, im reinen metallischen Zustande, empfiehlt van Monckhoven folgendes einfaches Verfahren:

1. Abscheidung des Silbers aus alten Bädern: die Flüßigkeit wird filtrirt, mit soviel Ammoniak versetzt, daß der erst entstandene Niederschlag sich wieder auflöst; hierauf eine Lösung von schwefligsaurem Ammoniak zugesetzt oder ein Strom von schwefliger Säure zugeleitet und auf ungefähr 40° erwärmt, so wird das in der Flüßigkeit vorhandene Silber reducirt und scheidet sich bei fortgesetztem Erwärmen in Zeit von einer Stunde vollständig und chemisch rein ab.

2. Abscheidung aus den Waschwässern. Man sammelt die Waschwässer in einem Fasse, in welchem eine Kupferplatte liegt, worauf in Zeit von 24 Stunden alles Silber aus den Wässern reducirt wird und sich als graues Pulver auf dem Boden des Fasses ansammelt, so daß man

die entsilberte Flüssigkeit davon abgießen oder ablassen und neue Portionen von Waschwasser zufließen lassen kann. Erst wenn die Flüssigkeit oft erneuert worden und sich eine größere Menge des grauen Silberpulvers angesammelt hat, löst man dasselbe in Salpetersäure und behandelt die Lösung auf die angegebene Weise mit Ammoniak und schwefligsaurem Ammoniak, um chemisch reines Silber abzuscheiden.

3. Abscheidung aus Papier, namentlich aus den Filtern. Die silberhaltigen Papiere werden nach und nach in einem passenden Gefäß z. B. einem Porzellantiegelchen eingeäschert, die Asche gesammelt und mit ihrem gleichen Gewichte käuflicher Salpetersäure, die vorher mit 2 Thln. Wasser verdünnt worden, erwärmt, wobei sich alles Silber aus der Asche auflöst. Die Lösung wird filtrirt und in das unter 2 erwähnte, die Kupferplatte enthaltende Faß gegossen, um aus derselben das Silber zugleich mit dem Silber der Waschwässer niederzuschlagen und dann in der unter 2 beschriebenen Weise vollständig zu reinigen.

4. Abscheidung aus Chlorsilber. Das Chlorsilber wird in Ammoniak gelöst und die Lösung nach Zusatz von schwefligsaurem Ammoniak etwa eine Stunde lang auf 40° C. erwärmt, so schlägt sich metallisches Silber in ganz reinem Zustande nieder. Würde man das Erwärmen unterlassen, so tritt zwar die Reduktion ebenfalls ein, ist aber erst nach ungefähr 24 Stunden vollendet.

Diese Vorschriften sind wegen ihrer Einfachheit und der Leichtigkeit, womit sie sich ausführen lassen, sehr beachtungswerth, indem bei Befolgung derselben ein größerer Theil des Silbers, welches von den Photographen consumirt wird und zum Theil nutzlos verloren geht (vgl. den vor. Jahrgang S. 325) wieder gewonnen werden könnte.

Gold.

Die Darstellung eines guten Goldpräparates zur Glanzvergoldung des Porzellans wurde längere Zeit geheim gehalten. In neuester Zeit ist dazu folgende brauchbare Vorschrift gegeben worden:

Man übergießt 32 Thle. Gold mit 128 Thln. Salpetersäure und ebensoviel Salzsäure und erwärmt gelinde, bis

sich das Gold vollständig aufgelöst hat, setzt nun zu der Lösung $1^1/_5$ Thl. Zinn und $1^1/_5$ Thl. Antimonbutter (festes dreifach Chlorantimon), erwärmt wieder und verdünnt, wenn sich Alles gelöst hat, mit 500 Thln. Wasser. Zu gleicher Zeit bereitet man sich sogenannten Schwefelbalsam, indem man in einem Glaskolben 16 Thle. Schwefel mit 16 Thln. venetianischen Terpentin und 80 Thln. Terpentinöl so lange gelinde erwärmt, bis eine zähe, gleichmäßige, dunkelbraune Masse entstanden ist, welche dann mit 50 Theilen Lavendelöl verdünnt wird, wobei sich kein Schwefel abscheiden darf. Jetzt gießt man die auf obige Weise bereitete Goldlösung in diesen Schwefelbalsam, erwärmt gelinde und rührt anhaltend um, bis beide Flüßigkeiten vollständig miteinander gemischt sind. Hierbei verliert die Goldlösung ihre Farbe und bei gut geleiteter Operation bleibt alles Gold gelöst und die Mischung wird beim Abkühlen dick und harzig, während sich zugleich etwas Wasser, nebst der überschüssigen Säure auf der Oberfläche abscheidet und abgegossen wird. Die harzige Masse wird nun mit warmem Wasser gewaschen und wenn die letzten Spuren von Feuchtigkeit davon getrennt sind, durch Zusatz von 65 Thln. Lavendelöl und 100 Thln. Terpentin verdünnt, wobei man gelinde erwärmt, bis sich Alles zur gleichmäßigen Masse vertheilt hat und dann noch 5 Thle. von basisch salpetersaurem Wismuthoxyd dazu mischt und das Ganze ruhig stehen läßt, bis es sich geklärt hat. Die völlig klar gewordene Flüßigkeit wird endlich sorgfältig abgegoßen und so weit concentrirt, daß sie zur Anwendung passend ist. So bereitet, erscheint das Präparat als eine zähe, dückflüßige Flüßigkeit, welche das Licht mit grüner Farbe reflectirt, auf den damit bemalten Stellen rasch trocknet und nach dem Glühen das Gold auf dem Porzellan ohne weiteres als dünne, prächtig glänzende Decke zurückläßt, so daß das Poliren nicht nöthig ist.

Metall-Legirungen.

Die Zahl der Legirungen, welche eine technische Anwendung gefunden haben, ist sehr bedeutend. Eine vollständige Uebersicht über die Zusammensetzung derselben findet man in dem vorzüglichen Werke von P. A. Bolley „Handbuch

der technisch-chemischen Untersuchungen, dritte Auflage (Leipzig bei Arthur Felix 1865)" auf S. 247 ff.

Von neuen Legirungen, ist außer dem bereits oben beschriebenen Eisenmangan (s. S. 235) auch das Kupfermangan empfohlen worden. Dasselbe wird auf analoge Weise wie das Eisenmangan durch Zusammenschmelzen von Manganerzen mit Kupfer und Kohle erhalten. Es ist leicht schmelzbar, hart, zäh, fest und dehnbar, läßt sich zu dünnen Blechen auswalzen und zu feinem Draht ziehen, ohne zu brechen oder zu reißen und bildet sowohl mit Zink als mit Zinn und Zink technisch brauchbare, schöne Legirungen von silberweißer Farbe.

Eine sehr dauerhafte Legirung für Zapfenlager, sogenanntes Lagermetall erhält man nach Dunlevie und Jones auf folgende Weise: In einem gewöhnlichen Schmelztiegel, schmilzt man zunächst 4 Unzen Kupfer ein, setzt dem flüßigen Metall 16 Unzen Bergzinn und eine geringe Menge Antimon zu und gießt das Ganze, wenn es zusammengeschmolzen ist, in eine Zainform aus. Darauf bringt man in einem besonderen Tiegel 128 Unzen Zink und 96 Unzen Bergzinn zum Schmelzen, setzt dann den aus Zinn, Kupfer und Antimon bestehenden Zain der geschmolzenen Legirung zu und bringt den Tiegel von Neuem ins Feuer. Bei Beobachtung der angegebenen Mengenverhältnisse und der nöthigen Vorsicht beim Einschmelzen erhält man die gewünschte Legirung, welche sich ganz besonders dadurch auszeichnet, daß sie sich in Folge der Reibung der Zapfen nur in geringem Grade erhitzt.

Ein weißes nicht oxydirbares Metall für Faßhähne stellt Vigouroux aus Zinn, Antimon und Nickel dar. Die Hähne werden aus drei Theilen zusammengesetzt und jeder Theil aus einer anderen Mischung der Metalle gegossen. Zum Hauptstück oder Körper des Hahns empfiehlt Vigouroux 785 Thle. Zinn, 195 Thle. Antimon und 20 Thle. Nickel zusammenzuschmelzen; zum Kernstück des Schlüssels soll man eine Legirung von 807 Thln. Zinn, 175 Thln. Antimon und 18 Thln. Nickel anwenden und zur Hülle des conischen Kerns eine Legirung von 715 Thln. Zinn, 215 Thln Antimon und 70 Thln. Nickel. Nachdem

die drei Güsse ausgeführt sind, kommen die Stücke auf die Drehbank und werden miteinander verbunden. Solche Hähne eignen sich besonders zur Anwendung bei Weinfäßern und anderen Getränken.

Organische Verbindungen.

Unter der großen Zahl der sogenannten organischen Verbindungen finden sich viele, welche bei mehr oder weniger verschiedenen physikalischen Eigenschaften doch genau dieselben Elemente in demselben procentischen oder atomistischen Verhältnisse mit einander verbunden enthalten. Derartige Erscheinungen kann man sich zwar meistens ohne weiteres durch Annahme einer verschiedenen Lagerung oder Gruppirung der einzelnen Atome in den gleich zusammengesetzten, aber doch nicht identischen Körpern erklären; in Rücksicht auf die Art dieser Uebereinstimmung in der Zusammensetzung lassen sich jedoch wesentliche Unterschiede feststellen. Berthelot unterscheidet sechs verschiedene hierher gehörende Verhältnisse, nämlich:

1. Aequivalente Verbindungen: das sind Körper, welche in ihrer Zusammensetzung eine nur zufällige Uebereinstimmung zeigen, wie z. B. Buttersäure $= C_4H_8O_2$ (ältere Formel $= C_8H_8O_4$) und Dialdehyd $= (C_2H_4O)_2$.

2. Metamere Verbindungen sind solche, welche zwei verschieden zusammengesetzte nähere Bestandtheile enthalten, welche einander compensiren z. B. Essigsäure-Methyläther $C\,H_2\,(C_2H_4O_2)$ oder nach der älteren Auffassung $C_2H_3O + C_4H_3O_3$ und Ameisensäure-Aethyläther $C_2H_4\,(C\,H_2O_2)$ oder nach der älteren Auffassung $C_4H_5O + C_2HO_3$. In beiden Verbindungen ist die Summe der Atome der Bestandtheile dieselbe, nämlich $C_3H_6O_2$ oder nach der älteren Auffassung $C_6H_6O_4$. Beispiele der Metamerie sind sehr häufig.

3. Polymere Verbindungen sind solche, welche durch Vereinigung mehrerer Moleküle zu einem einzigen entstanden sind z. B. Amylen $= C_5H_{10}$ (ältere Formel $= C_{10}H_{10}$) und Diamylen $= (C_5H_{10})_2$ oder $= C_{10}H_{20}$ (ältere Formel $= C_{20}H_{20}$). Bei den polymeren Verbindungen ist also das procentische Verhältniß, in welchem die Elemente mit einan-

der verbunden sind dasselbe. Die vorhandene Zahl der Atome in der einen Verbindung ist dagegen ein Multiplum von der Zahl der Atome in der andern Verbindung. Auch die Polymerie findet sich in zahlreichen Fällen.

4. Eigentliche Isomerie besteht zwischen solchen Körpern, welche sich durch einzelne Eigenschaften in bestimmter Weise von einander unterscheiden und diese Unterschiede auch in gewisse Verbindungen mit übertragen. Die Verschiedenheit im Verhalten dieser Körper ist mehr auf verschiedenes Arrangement im Innern des als Eins betrachteten Moleküls, als auf Verschiedenartigkeit etwaiger näherer Bestandtheile zurückzuführen. Eine derartige Isomerie zeigen z. B. das Terpentinöl und das Citronenöl, ferner die Zuckerarten untereinander, die symmetrischen Weinsäuren und Andere mehr.

5. Physikalische Isomerie ist vorhanden, wenn ein und derselbe Körper in verschiedenen Zuständen bestehen kann, deren Unterschiede aber verschwinden, sowie der Körper eine chemische Verbindung eingeht. Dahin gehören z. B. die Wirkungen der Ueberschmelzung, der Phosphorescenz etc.

6. Kenomere Verbindungen sind solche, welche in Folge gewisser Zersetzungen aus zwei verschiedenen Verbindungen abgeschieden werden, dieselbe Zusammensetzung, aber trotzdem verschiedene physikalische und chemische Eigenschaften haben, wie z. B. Aldehyd=C_2H_4O (aus dem Alkohol=C_2H_6O durch Austreten von H_2 entstehend und Glykoläther =C_2H_4O (aus dem Glykol=$C_2H_6O_2$ durch Austreten von H_2O entstehend). Aldehyd und Glykoläther sind kenomer; ihre Zusammensetzung ist dieselbe, aber ihre physikalischen und chemischen Eigenschaften sind total verschieden. Solche Fälle von Kenomerie sind ziemlich häufig.

Kohlenwasserstoffe.

Im vorigen Jahrgang unseres Jahrbuches (s. S. 336) haben wir nur über einige als Leuchtstoffe nutzbare Kohlenwasserstoffe berichtet. Die Zahl der Kohlenwasserstoffverbindungen ist jedoch so bedeutend, und unsere Kenntnisse über dieselben sind durch neuere Forschungen so vielfach bereichert worden, daß eine eingehendere Berücksichtigung der wichtigeren Gruppen derselben nicht ohne Interesse sein wird. Nach

den zwischen den einzelnen Kohlenwasserstoffen bestehenden Analogieen, lassen sich dieselben in verschiedene homologe Reihen zusammenstellen. Wir unterscheiden eine Acetylenreihe, eine Aethylenreihe, eine Methylwasserstoffreihe, eine Benzolreihe etc. Jede dieser Reihen hat ihre charakteristischen Merkmale, wie aus nachstehender Uebersicht über die hauptsächlichsten Reihen von Kohlenwasserstoffen zu ersehen ist. Daß wir in dieser Uebersicht vorzugsweise die neuesten Forschungen, sowie den praktischen Werth der zur Sprache kommenden Körper berücksichtigt haben, bedarf wohl kaum der besonderen Erwähnung.

Acetylenreihe

Die Kohlenwasserstoffe, welche dieser, erst in neuerer Zeit entdeckten Reihe angehören, sind nach der allgemeinen Formel $Ꞓ_nH_{2n-2}$, wenn wie es jetzt geschieht, das Atomgewicht für den Kohlenstoff $Ꞓ = 12$; oder nach der Formel C_nH_{n-2} zusammengesetzt, wenn wie dies früher geschah, das Atomgewicht für den Kohlenstoff $C = 6$ angenommen wird. Man kennt bis jetzt folgende Glieder dieser Reihe:

Acetylen	$= Ꞓ_2H_2$	(früher	$= C_4H_2$)
Allylen	$= Ꞓ_3H_4$	("	$= C_6H_4$)
Crotonylen	$= Ꞓ_4H_6$	("	$= C_8H_6$)
Valerylen	$= Ꞓ_5H_8$	("	$= C_{10}H_8$)
Hexoylen	$= Ꞓ_6H_{10}$	("	$= C_{12}H_{10}$)
Heptoylen	$= Ꞓ_7H_{12}$	("	$= C_{14}H_{12}$)
Conylen	$= Ꞓ_8H_{14}$	("	$= C_{16}H_{14}$)
	⋮		⋮
Rutylen	$= Ꞓ_{10}H_{18}$	("	$= C_{20}H_{18}$)
	⋮		⋮
Benylen	$= Ꞓ_{15}H_{28}$	("	$= C_{30}H_{28}$)

Diese Kohlenwasserstoffe entstehen aus den ihnen im Kohlenstoffgehalte entsprechenden, aber wasserstoffreicheren Kohlenwasserstoffverbindungen, wenn man den letzteren, namentlich durch Behandlung mit Brom einen Theil des Wasserstoffs entzieht und die entstandene Bromverbindung hierauf durch Kochen mit einer weingeistigen Kalilösung zersetzt. Doch treten einzelne der genannten Glieder auch bei verschiedenen an=

deren Zersetzungen auf. Das wichtigste, interessanteste und am genausten bekannte Glied dieser Reihe ist:

Das Acetylen = C_2H_2.

Das Acetylen wurde zuerst im Jahre 1859 von Berthelot mit Bestimmtheit als besonderer Kohlenwasserstoff erkannt und genauer untersucht. Es tritt sehr häufig bei der Zersetzung anderer organischer Körper auf und besitzt so charakteristische Eigenschaften, daß es sich leicht erkennen und nachweisen läßt.

Direct aus Kohlenstoff und Wasserstoff erhält man nach Berthelot das Acetylen, wenn man die in den Gasretorten sich absetzende dichte Kohle zuerst an der Luft ausglüht, hierauf durch $1^1/_2$ Stunden langes Glühen in einem Strome von Chlorgas von ihrem Wasserstoffgehalt befreit, aus der so gereinigten Kohle Spitzen schneidet und zwischen diesen Spitzen in einer Atmosphäre von reinem Wasserstoffgas den elektrischen Flammenbogen hervorruft, wodurch die Vereinigung des Kohlenstoffs mit dem Wasserstoff bewirkt wird. Es ist dies das erste Beispiel einer direkten Vereinigung dieser beiden Elemente und daher von hohem wissenschaftlichem Interesse.

Außerdem entsteht das Acetylen, jedoch nur in geringer Menge nebst anderen Gasen, beim Durchleiten von Aethylengas, Aether- Aldehyd- oder Holzgeistdampf durch eine rothglühende Röhre, sowie bei der unvollkommenen Verbrennung dieser Körper, überhaupt beim Durchleiten organischer Substanzen durch rothglühende Röhren, aber nicht bei der trocknen Destillation einer organischen Substanz oder des Salzes einer organischen Säure aus einer Retorte. In größerer Menge bildet sich Acetylen, wenn man den Dampf von Aethylenchlorür durch eine dunkelrothglühende Röhre leitet, oder wenn man einfach gebromtes Aethylen (C_2H_3Br) mit einer weingeistigen Kalilösung kocht, oder wenn man Kohlenstoffcalcium (durch heftiges Glühen der Legirung von Zink und Calcium mit Kohle darstellbar) mit Wasser behandelt, wobei das Kohlenstoffcalcium zu Acetylen und Kalkhydrat zerfällt. Um das Acetylen rein in größerer Menge darzustellen, kann man auch reines Sumpfgas (Methylwasserstoff) einer hohen Temperatur aussetzen, oder längere Zeit die Funken eines

kräftigen Inductionsapparates durchschlagen lassen. Das Sumpfgas verwandelt sich hierbei in ein Gemenge von Acetylengas und Wasserstoffgas; man leitet dann dieses Gasgemenge durch eine ammoniakalische Kupferchlorürlösung, welche das Acetylengas absorbirt und sich damit zu einem unlöslichen rothen Körper (s. unten), der sich als Niederschlag ausscheidet und gesammelt werden kann, verbindet. Diese Kupferverbindung entwickelt dann beim Kochen mit mäßig concentrirter Salzsäure das reine Acetylengas. Bemerkenswerth ist auch, daß das gewöhnliche Leuchtgas stets etwas Acetylen enthält und obschon dieser Gehalt nur wenige Zehntausendtheile des Volums des Leuchtgases ausmacht, so ist seine Anwesenheit doch wegen seiner bedeutenden Leuchtkraft und seines Geruchs von Bedeutung.

Das reine Acetylen ist ein farbloses Gas von 0,92 spec. Gew.; es läßt sich durch Kälte und Druck nicht verdichten, riecht eigenthümlich, unangenehm, brennt mit heller rußender Flamme, wird von Wasser in ziemlicher Menge, von den Lösungen von Kupferchlorür oder schwefligsaurem Kupferoxydul in Ammoniak dagegen in großer Menge und vollständig absorbirt, unter Bildung der schon erwähnten unlöslichen rothen Verbindung. Mit Chlorgas in Berührung gebracht, detonirt des Acetylengas. Setzt man Acetylengas etwa 1 Stunde lang einer höheren Temperatur aus, so reducirt sich nach Berthelot das Gasvolumen auf $^1/_5$; 97 Proc. des ursprünglichen Acetylens sind nun verschwunden und das zurückbleibende Gas besteht aus Wasserstoff, welcher 3 Proc. unverändertes Acetylen, 2 Proc. Aethylen und ein wenig Aethylwasserstoff enthält; zugleich bildet sich ein theerartiges Produkt, welches zum größten Theil aus Styrol $= C_8H_8$ (einem Polymeren des Acetylens $= 4\,C_2H_2$), Metastyrol, Naphtalin und etwas Kohle besteht. Beim Erhitzen mit frisch ausgeglühter Kohle zerfällt das Acetylen fast ganz zu Kohle und Wasserstoff; beim Erhitzen mit Eisen zersetzt es sich schon bei niedrigerer Temperatur und schneller, als wenn es für sich erhitzt wird und zerfällt in Wasserstoff (etwa $^1/_2$ Vol.), Kohle und empyreumatische Kohlenwasserstoffe; beim Erhitzen mit seinem gleichen Vol. Wasserstoffgas zersetzt es sich langsamer, bildet aber eine größere Menge von Aethylengas. Das Ace-

tylengas zeigt überhaupt ganz entschieden die Neigung in eine Reihe polymerer Kohlenwasserstoffe überzugehen, d. h. sich zu polymeren Körpern zu verdichten; ebenso kann es sich auch mit Kohlenwasserstoffen aus anderen Reihen direct vereinigen, eine Entdeckung von Berthelot welche wahrscheinlich zu den interessantesten Aufklärungen über die Entstehung mancher Kohlenwasserstoffe führen wird. Berthelot sagt in Betreff der Zersetzung des Acetylens durch Wärme: die Wärme bewirke hier nicht eine Zersetzung, nicht eine sogenannte Dissociation oder Aufhebung der Affinität, sondern im Gegentheil eine Vereinigung mehrerer Acetylenmoleküle zu einer Verbindung höherer Ordnung. Man kennt verschiedene Kohlenwasserstoffe, welche dem Acetylen polymer sind, sich also als aus mehreren Acetylenmolekülen zusammengesetzt betrachten lassen, nämlich das Benzol $= C_6H_6$ oder $3\ (C_2H_2)$ das Styrol $= C_8H_8$ oder $4\ (C_2H_2)$, das Hydrür des Naphtalins $= C_{10}H_{10}$ oder $5\ (C_2H_2)$, das Hydrür des Diphenyls $= C_{12}H_{12}$ oder $6\ (C_2H_2)$, das Benzyl $= C_{14}H_{14}$ oder $7\ (C_2H_2)$ und das Retinolen $= C_{16}H_{15}$ oder $8\ (C_2H_2)$. — In Berührung mit concentrirter Schwefelsäure wird das Acetylen langsam absorbirt, es entsteht hierbei Acetylschwefelsäure und verdünnt man diese mit Wasser und destillirt, so geht Acetylalkohol $= C_2H_4O$ als reizend riechende Flüßigkeit über.

Von besonderem Interesse sind aber die Verbindungen, welche das Acetylen mit verschiedenen Metallen zu bilden vermag. Wie wir schon oben mittheilten, wird das Acetylen von einer ammoniakalischen Kupferchlorürlösung begierig absorbirt und es scheidet sich ein zinnoberrother unlöslicher Körper aus, welcher durch Aussüßen mit concentrirtem Aetzammoniak und nachher mit Wasser, rein erhalten wird und nach dem Trocknen braun mit einem Stich ins Violette erscheint. Wird diese Substanz im staubtrockenen Zustande zwischen Papier auf einem Ambos geschlagen oder auf 120 — 150° C. erhitzt, so explodirt sie unter Funkensprühen und zischendem Geräusch, unter Hinterlassung eines sammtschwarzen, sehr voluminösen Pulvers, welches aus Kohle und fein vertheiltem Kupfer besteht. In sehr verdünnter Salzsäure löst sich der Körper mit grüngelber Farbe, durch sie-

dende Salzsäure wird er zu Acetylengas und Kupferchlorür zersetzt; in trockenem Chlorgas detonirt er schwach unter Lichtentwicklung; durch Alkalien wird er dagegen nicht angegriffen. Diese explosive Kupferverbindung hat übrigens schon Böttger beim Durchleiten von Leuchtgas durch eine ammoniakalische Kupferchlorürlösung erhalten, noch bevor das Acetylen bekannt war; auch brachte man damit die von J. Torrey gemachte Mittheilung in Verbindung, daß sich im Jahre 1839 in kupfernen Gasleitungsröhren eine dunkelbraune, nach dem Pulvern röthliche, schuppige Substanz gebildet habe, die durch Schlag und Erhitzung heftig explodirte. Berthelot stellte dann diese explosive Kupferverbindung zuerst aus Acetylen dar und constatirte, daß sie bei ihrer Explosion zu Kupfer, Kohle, Wasser, Kohlensäure und etwas Kohlenoxyd zerfalle, also sauerstoffhaltig, dagegen frei von Stickstoff und Chlor sei. Nach den neuesten Untersuchungen von Berthelot ist diese Substanz welche man früher Acetylenkupfer nannte, das Oxyd eines eigenthümlichen kupferhaltigen Radikals, des Cuprosacetyls $= C_4Cu_4H_2$, also Cuprosacetyloxyd $= (C_4Cu_4H_2)O$ und in ähnlicher Weise lassen sich auch Verbindungen des Cuprosacetyls mit Chlor, Brom, Jod und Schwefel gewinnen.

Leitet man Acetylengas in eine ammoniakalische Auflösung von salpetersaurem Silberoxyd, so erhält man einen gelben flockigen Niederschlag, sogenanntes Acetylensilber, welches nach dem Trocknen, unter dem Hammer oder beim Erhitzen noch heftiger explodirt, als die Kupferverbindung. Dieser Niederschlag ist nach Berthelot, Argentacetyloxyd $= (C_4Ag_4H_2)O$, also das Oxyd eines besonderen Radikals, des Argentacetyls $= C_4Ag_4H_2$, welches sich wie das Cuprosacetyl nicht nur mit Sauerstoff, sondern auch mit Chlor, Schwefel u. s. w. verbinden läßt. In ähnlicher Weise ist es Berthelot geglückt, Verbindungen eines quecksilberhaltigen Radikals „Merkuracetyl" und eines goldhaltigen Radikals „Aurosacetyl" darzustellen. In allen diesen neu entdeckten Metallradikalen ist ein Theil des Wasserstoffs vom Acetylen durch eine entsprechende Menge des Metalls ersetzt.

Das Allylen $= C_3H_4$ entsteht beim Einleiten der Däm-

pfe von Brompropylen in eine concentrirte heiße alkoholische Kalilösung, oder bei der Einwirkung der Natriumverbindung des Aethylalkohols auf einfach gebromtes Propylen (C_3H_5Br) oder auf gechlortes Propylen (C_3H_5Cl). Es ist ein farbloses mit rußender Flamme brennbares Gas von unangenehmen Geruch, wird wie das Acetylen von ammoniakalischer Kupferchlorürlösung absorbirt und bildet dabei einen zeisiggelben Niederschlag von Cuprosallyloxyd. In ammoniakalischen Silberlösungen erzeugt es weiße Niederschläge, welche explodirbar sind

Das Crotonylen = C_4H_6 entsteht bei der Einwirkung von Natriumäthylat auf gebromtes Butylen (C_4H_7Br). sowie auch nach Berthelot, wenn man gleiche Volumen von Acetylengas und Aethylengas etwa $1/2$ Stunde lang bei beginnender Rothglühhitze erhält, wobei ungefähr 66 Proc. des Gasgemisches verschwinden, und sich hauptsächlich zu Crotonylen vereinigen. Dieses ist unter + 15° C. eine farblose Flüßigkeit, von eigenthümlich lauchartigem Geruch, siedet zwischen 18 und 24° und brennt mit rußender Flamme.

Das Valerylen = C_5H_8 entsteht bei mehrstündigem Erhitzen von gebromtem Amylen mit concentrirter alkoholischer Kalilösung. Es ist eine farblose, leicht bewegliche, auf Wasser schwimmende Flüssigkeit, riecht durchdringend nach Knoblauch, siedet bei 44 — 46° C. und wird von ammoniakalischer Kupferchlorürlösung nicht absorbirt.

Das Hexoylen = C_6H_{10} entsteht, wenn man gebromtes Hexylen in verschlossenen Gefäßen einige Zeit mit einer concentrirten alkoholischen Kalilösung auf 140° — 160° C. erhitzt. Eine farblose, auf Wasser schwimmende Flüßigkeit welche zwischen 80° und 85° siedet.

Das Heptoylen = C_7H_{12} gleicht dem Vorigen und soll nach K. Harbordt einen Hauptbestandtheil des Schieferöls bilden, welches durch Destillation von Posidonienschiefer bei Reutlingen fabricirt wird. Sein Siedepunkt liege zwischen 160° und 175°.

Das Conylen = C_8H_{14} entsteht, wenn Azoconydrin, ein Zersetzungsprodukt des Coniins mit wasserfreier Phosphorsäure destillirt wird. Es ist eine farblose, penetrant nach Leuchtgas riechende Flüssigkeit von 0,7607 spec. Gew.; es

besitzt ein hohes Lichtbrechungsvermögen und siedet bei 126°C.

Das Rutylen $= C_{10}H_{18}$ ist von Bauer bei der Einwirkung von concentrirter alkoholischer Aetznatronlösung auf Diamylenbromür erhalten worden. Es ist eine farblose Flüßigkeit von eigenthümlichem, an Terpentinöl erinnerndem Geruch, in Wasser nicht, in Weingeist und Aether leicht löslich, siedet bei etwa 150°C.

Das Benylen $= C_{15}H_{28}$ ist von Bauer bei der Einwirkung von essigsaurem Silberoxyd auf Triamylenbromür erhalten worden. Es ist eine dickflüssige, farblose, schwachriechende Flüßigkeit, siedet zwischen 230° und 240°.

Aethylenreihe.

Die Kohlenwasserstoffe, welche dieser, bereits seit längerer Zeit bekannten Reihe angehören, sind nach der allgemeinen Formel C_nH_{2n} zusammengesetzt, wenn das Atomgewicht des Kohlenstoffs $C = 12$ angenommen wird oder nach der Formel $C_{2n}H_{2n}$, wenn man Kohlenstoff $C = 6$ zu Grunde legt. Man kennt bis jetzt folgende Glieder dieser Reihe:

Aethylen, Elayl . . .	$= C_2 H_4$	(früher $= C_4 H_4$)
Propylen	$= C_3 H_6$	(„ $= C_6 H_6$)
Butylen	$= C_4 H_8$	(„ $= C_8 H_8$)
Amylen	$= C_5 H_{10}$	(„ $= C_{10} H_{10}$)
Hexylen, Caprolen . .	$= C_6 H_{12}$	(„ $= C_{12} H_{12}$)
Heptylen Oenanthen .	$= C_7 H_{14}$	(„ $= C_{14} H_{14}$)
Octylen, Caprylen . .	$= C_8 H_{16}$	(„ $= C_{16} H_{16}$)
Nonylen	$= C_9 H_{18}$	(„ $= C_{18} H^{18}$)
Diamylen	$= C_{10} H_{20}$	(„ $= C_{20} H_{20}$)
⋮	⋮	⋮
Triamylen	$= C_{15} H_{30}$	(„ $= C_{30} H_{30}$)
Ceten	$= C_{16} H_{32}$	(„ $= C_{32} H_{32}$)
⋮	⋮	⋮
Tetramylen	$= C_{20} H_{40}$	(„ $= C_{40} H_{40}$)
⋮	⋮	⋮
Paraffin	$= C_{24} H_{48}$	(„ $= C_{48} H_{48}$)
⋮	⋮	⋮
Ceroten	$= C_{27} H_{54}$	(„ $= C_{54} H_{54}$)
⋮	⋮	⋮
Melen	$= C_{30} H_{60}$	(„ $= C_{60} H_{60}$)

Diese Kohlenwasserstoffe sind theils Produkte der trockenen Destillation verschiedener organischer Verbindungen, theils entstehen sie aus den ihnen ensprechenden Gliedern der Methylalkoholreihe, so z. B. das Aethylen, beim Behandeln des Aethylalkohols C_2H_6O mit concentriter Schwefelsäure, welche dem Alkohol die Bestandtheile von 1 Atom Wasser H^2O entzieht, wobei das Aethylen C_2H_4 frei wird. Außerdem treten sie bei vielen Zersetzungsprocessen auf. Sie zeichnen sich durch ihre Verbindbarkeit mit Chlor, Brom und Jod aus, welche wenigstens bei den niedrigern Gliedern sehr bedeutend ist, bei den höchsten Gliedern dagegen mehr und mehr abnimmt. Sie brennen bei genügendem Luftzutritt mit schön leuchtender Flamme und einige derselben bilden einen Hauptbestandtheil unserer schönsten Leuchtstoffe. Die einander nahe stehenden Glieder stimmen häufig in ihren Eigenschaften so miteinander überein, daß sie sich nur schwierig von einander trennen und unterscheiden lassen, weshalb unsere Kenntnisse der einzelnen Glieder dieser Reihe immerhin noch ziemlich mangelhaft sind und sich die Angaben über dieselben oft widersprechen. Wir werden in Nachstehendem nur diejenigen Glieder einer kurzen Berücksichtigung unterziehen, über welche neuere Forschung vorliegen.

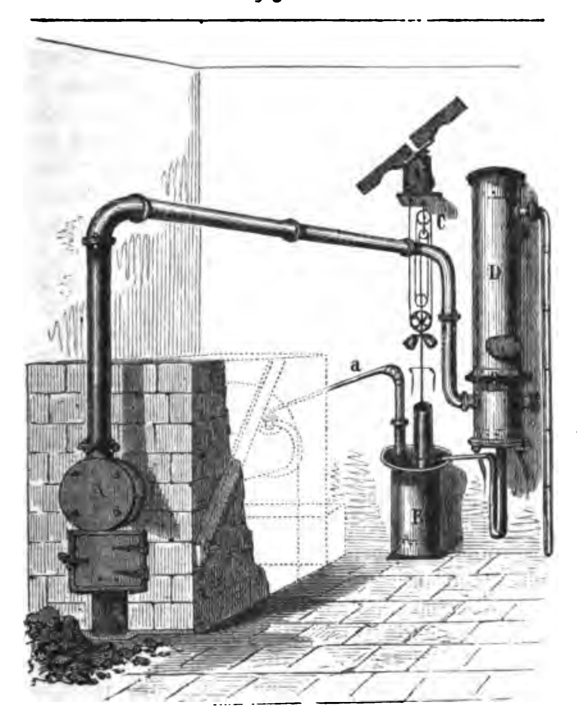
Das Aethylen = C_2H_4, auch Elaylgas oder oelbildendes Gas genannt, ist als werthvollster Bestandtheil des gewöhnlichen Leuchtgases längst bekannt. Im reinen Zustande erhält man es am besten durch Erhitzen einer Mischung von 1 Thl. absolutem Alkohol und 4—5 Thln. concentrirter Schwefelsäure, wo bei etwas über 100° ohne Schäumen eine regelmäßige Entwickelung des Gases eintritt. Es ist ein farbloses, schwach riechendes Gas von 0,97 spec. Gew., läßt sich durch starken Druck bei — 110° zur farblosen Flüssigkeit condensiren und zersetzt sich bei beginnender Rothglühhitze allmälig zu Sumpfgas und geringen Mengen von Acetylen und theerigen Produkten. Man kann das Aethylen übrigens auch aus dem Acetylen oder dessen Verbindungen bilden, wenn man z. B wäßriges Ammoniak bei Gegenwart von Cuprosacetyloxyd (s. oben) auf Zink wirken läßt. Das Aethylengas wird wie das Acetylengas von einer ammoniakalischen Kupferchlorürlösung absorbirt, jedoch ohne

einen Niederschlag zu bilden und beim Erhitzen der damit gesättigten Kupferflüssigkeit wird es wieder aus derselben frei, so daß man dies Verhalten dazu benutzen kann, um das Acetylen und Aethylen von einander zu trennen. Daß das Aethylengas von concentrirter Schwefelsäure absorbirt wird und daß eine mit diesem Gase gesättigte Säure beim Verdünnen mit Wasser und Destilliren Alkohol liefert, haben wir bereits im vorigen Jahrgang (s. S. 341) mitgetheilt.

Im Anschluß an das Aethylengas, welches wie schon erwähnt der wesentlichste Bestandtheil des gewöhnlichen Leuchtgases ist, d. h. derjenige, welchem das Leuchtgas seine Leuchtkraft verdankt, wollen wir hier auf einen Fortschritt in der Leuchtgas-Bereitung aufmerksam machen, welcher für gewisse Fälle sehr beachtungswerth ist. Der Gedanke Leuchtgas aus Petroleum darzustellen, lag nahe und man hat sich in der That, besonders in Amerika vielfach hiermit beschäftigt, ohne jedoch besonders bemerkenswerthe Resultate zu erzielen; auch eine Pariser Gasgesellschaft offerirt ihre Dienste zur Anlage von Petroleum-Gasapparaten, welche jedoch ebenfalls nicht vollständig zweckentsprechend erscheinen, was schon daraus hervorgeht, daß dieselben Apparate auch zur Vergasung aller anderer Arten von Mineral- oder Theerölen empfohlen werden. Verfasser dieses (Hirzel) hat sich seit 1862 mit dieser Angelegenheit beschäftigt und endlich einen Apparat zur Bereitung von Petroleumgas construirt, welcher unter dem Namen Hirzel's Petroleumgas-Apparat bereits eine sehr bedeutende Verbreitung gefunden hat, allen Anforderungen entspricht und sich ganz besonders zur Einrichtung von Beleuchtungs-Anlagen in Fabriken, größeren Gasthöfen oder Vergnügungslokalen, Spitälern, Kasernen die ihre eigene Beleuchtung zu haben wünschen, Eisenbahnhöfen, ja selbst für kleinere Städte rc. eignet. Dieser Apparat eignet sich ausschließlich nur zur Darstellung von Leuchtgas aus Petroleum oder gewissen Petroleumprodukten. Steinkohlentheer, Braunkohlen-, Torf- und Holztheer, sowie aus diesen Theerarten abgeschiedene Produkte, Schieferoel und dgl. sind dagegen nicht verwendbar, da die Vergasung dieser Produkte weit schwieriger und langsamer von Statten geht und sich zugleich viel Ruß und theerige Stoffe bilden, welche den

Apparat in kurzer Zeit verstopfen und die Reinigung desselben nöthig machen. Außerdem besitzt das Gas aus den letztgenannten Stoffen eine weit geringere Leuchtkraft, als das Petroleumgas und ist immerhin so unrein, daß es gleich dem Steinkohlen-Leuchtgas gereinigt werden muß. Das Gas aus Petroleum dagegen wird ohne weiteres so rein erhalten, daß es keiner besonderen Reinigung bedarf und übertrifft alle bis jetzt bekannten Arten von Leuchtgas an Leuchtkraft.

Fig. 11.



Die beistehende Abbildung giebt ein ungefähres Bild des Hirzel'schen Petroleumgas-Apparates. A ist eine kleine in einen Ofen eingemauerte Retorte, B ist ein Reservoir zur Einfül-

lung des zur Gasbereitung dienenden Petroleums, C ist das mechanische Triebwerk, welches die Retorte mit dem Petroleum speist, wozu das Verbindungsrohr a dient und D ist ein Condensator, durch welchen das Gas in den Gasometer abgeleitet wird. Man hat nur nöthig das Reservoir B mit Petroleum zu füllen, die Retorte A zum Rothglühen zu erhitzen und wenn sie glüht das Triebwerk in Bewegung zu setzen und die Retorte während des Betriebs beständig rothglühend zu erhalten, so liefert der Apparat, dessen Gemäuer nicht mehr Raum einnimmt, als eine Kochmaschine, stündlich circa 200 Cubikfuß Petroleumgas, welches dasselbe leistet, wie 1000 Cub. Fuß gewöhnliches Steinkohlengas. Der Apparat arbeitet selbstthätig, erfordert keine mechanische Triebkraft, kein Kühlwasser, liefert nur Leuchtgas, keine Nebenprodukte, ist durchaus gefahrlos zu handhaben und da sich keinerlei Geruch entwickelt, weder für die Arbeiter, noch für die Nachbarschaft lästig; er verlangt wegen seiner außerordentlichen Einfachheit keinerlei Reparaturen, ist dauerhaft und billig, wie denn überhaupt derartige Gasanlagen bedeutend billiger hergestellt werden können, da man einen viermal kleineren Gasometer, sowie engere Rohre zur Leitung benutzen kann, als bei einer gleich großen Steinkohlengas-Anlage.

Das in diesem Apparate erzeugte Petroleumgas selbst besitzt eine spec. Gew. von 0,698, ist vollkommen frei von schwefelhaltigen und ammoniakalischen Beimischungen besitzt eine $5^1/_8$ mal größere Leuchtkraft als gewöhnliches Steinkohlen-Leuchtgas und wird mit Brennern gebrannt, die stündlich nur $^1/_4$, $^1/_2$, $^3/_4$, 1 bis höchstens 2 Cub. Fuß von dem Gase consumiren; es besitzt einen sehr charakteristischen Geruch, der leicht die Entdeckung von Undichtheiten in der Leitung oder sonstigem Ausströmen des Gases aus unvollkommen verschlossenen Hähnen ermöglicht, aber nicht so widerwärtig ist, wie der Geruch des Steinkohlengases; es ist frei von Luft und daher nicht explodirbar, brennt mit ausgezeichnet schöner, voller, weißer, leuchtender Flamme, hält sich selbst bei der größten Winterkälte im Gasometer, ohne an Leuchtkraft einzubüßen oder sich zu verdichten oder sonst zu verändern, läßt sich in den Röhren beliebig weit leiten, ohne in denselben irgend welche Substanzen abzusetzen und stellt sich in

Rücksicht auf seine Leistungsfähigkeit beim Consum billiger, als das Steinkohlengas. Besonders geeignet zur Darstellung des Peroleumgases sind nach Hirzel die noch flüssigen Petroleumrückstände, welche entstehen, wenn man aus dem rohen Petroleum alle flüchtigen Theile, sowie das beste Leuchtoel abdestillirt und welche sich in großen Quantitäten produciren lassen; doch kann auch mit gleichem Erfolge rohes Petroleum benutzt werden.

Um die verhältnißmäßig geringe Leuchtkraft des gewöhnlichen Steinkohlen-Leuchtgases zu steigern, werden fortwährend Versuche angestellt. In neuerer Zeit hat man zu diesem Behufe die Aufmerksamkeit besonders auf die Einrichtung der Gas-Brenner gelenkt und unter dem Namen Sparbrenner oder Patent-Gasbrenner mehrere eigenthümlich construirte Brenner empfohlen, welche in einzelnen Fällen ihrem Zwecke recht gut entsprechen, in anderen Fällen jedoch keinen wesentlichen Vortheil gewähren, was von der Qualität des Gases' und dem Drucke, mit welchem dasselbe den Brennern zuströmt, abhängt.

In Deutschland sind in der letzten Zeit besonders drei Arten solcher Brenner bekannt geworden, nämlich die sogenannten Nürnberger Sparbrenner, die Küp'schen Brenner und die Brönner'schen Brenner. Die Nürnberger Sparbrenner bestehen aus zwei mit einander verbundenen Schnittbrennern, deren unterer von Eisen ist und einen ungewöhnlich schmalen Spalt zur Auslassung des Gases hat, während der obere aus Speckstein gefertigt mit einem viel weiteren Spalt versehen ist. Das Gas muß bei diesen Brennern zuerst durch den engen Schlitz des unteren Brenners ausströmen, gelangt dann in den Zwischenraum zwischen dem unteren und oberen Brenner, wobei es bedeutend an Druck verliert und entströmt endlich dem oberen weiten Spalt, wo es entzündet wird und bei geringerem Gasconsum eine verhältnißmäßig weit schönere Flamme liefert, als wenn man es unmittelbar aus einem Brenner mit engem Schlitz entströmen ließe. Die Küp'schen Patentbrenner bestehen gleichfalls aus zwei Theilen. Der eigentliche Brenner ist ein, mit einer sehr feinen Spaltöffnung versehener Schnittbrenner, an welchem sich unterhalb des Kopfes mehrere Schraubenwindungen be-

finden, welche mit den, an der inneren Wandung einer aus Messing gefertigten Hülse angebrachten Schraubenwindungen correspondiren, so daß der kleine messingene Cylinder mit Leichtigkeit an dem auf der Brennerröhre befestigten Brenner auf- und niedergeschraubt werden kann, in der Art, daß beim Niederschrauben des Cylinders der Kopf des Brenners vollständig über dem Cylinder herausragen kann, beim Aufschrauben aber der Kopf des Brenners theilweise oder ganz von der Hülse umschlossen wird. Ist die Hülse hinuntergeschraubt, überragt also der Kopf des Brenners dieselbe und entzündet man das dem letzteren entströmende Gas, so verbrennt dasselbe mit einer Helligkeit, welche dem Brenner als solchem, im Verhältniß des Consums an Gas zukömmt; schraubt man aber bei fortbrennender Flamme, die Hülse allmälig hinauf, so daß der Kopf des Brenners theilweise davon umgeben ist, so bemerkt man daß sich die Helligkeit der Flamme außerordentlich steigert und kann leicht mit dem Auge den Punkt finden, bei dessen Einstellung die Flamme die größte Helligkeit erreicht. Während beim Nürnberger Sparbrenner der Gasverbrauch etwas geringer ist, als wenn man den engspaltigen Brenner desselben für sich allein brennen würde, so ist bei dem Küp'schen Brenner dagegen, bei gleichbleibendem Druck, der Consum an Gas sowohl bei hinunter als bei in die Höhe geschraubter Hülse stets der nämliche, indem beim Auf- und Niederschrauben keinerlei Bedingung eintreten kann durch welche der Verbrauch an Gas verändert wird. Die Brönner'schen Patentbrenner sind ganz von Speckstein und bestehen im Wesentlichen aus zwei Theilen. Der untere Theil, welcher der Brennerröhre einverleibt wird, ist ein kleines etwa 1 Zoll langes Cylinderchen, dessen Durchmesser nach der Mitte hin sich unbedeutend erweitert, nach oben hin aber wieder verengt, so daß der Durchmesser der unteren Kreisfläche gleichkommt dem Durchmesser der oberen. In dem Boden dieses Cylinderchens befinden sich dicht nebeneinander zwei Oeffnungen, die etwa die Stärke eines Nadelstichs haben und innerhalb desselben mit etwas Baumwolle bedeckt sind, welche durch ein Schrotkorn niedergedrückt wird. Der offene Theil dieses Cylinders ist in die Oeffnung des eigentlichen Brenners eingesteckt, der einen ziemlich weiten

und bis in die Mitte des Kopfes herabgehenden Spalt besitzt, während der untere mit den beiden nadelstichförmigen Oeffnungen in der Brennerröhre befestigt wird. Während also das Gas bei den erst beschriebenen Nürnberger Sparbrennern durch die ungewöhnlich enge Spaltöffnung eines Schnittbrenners zunächst in die Hülse eintritt, welche den oberen, mit einer verhältnißmäßig viel größeren Spaltöffnung versehenen Schnittbrenner, mit dem ersteren verbindet und von da durch die Oeffnung des letzteren entströmt, tritt das Gas bei den Brönner'schen Patentbrennern durch die am Boden des unteren Theiles derselben befindlichen nadelstichförmigen Oeffnungen ein und gelangt von da ab zunächst in den, zwischen den unteren nadelstichförmigen Oeffnungen und der oberen weiteren Spaltöffnung befindlichen Zwischenraum, von wo aus es durch die letztere entweicht.

Die eben mitgetheilten Angaben über diese drei Arten von Sparbrennern haben wir fast wörtlich einer größeren Abhandlung von Ph. Büchner in Dingl. Journal (Bd. 180 S. 442) entnommen. Büchner hat mit diesen Brennern eine große Zahl von photometrischen Versuchen ausgeführt und ist zu dem Resultate gelangt, daß dieselben wirklich als „Sparbrenner“ zu bezeichnen und den Consumenten zu empfehlen seien, obschon der Sachkundige auch ohne Sparbrenner das nämliche günstige Resultat erzielen könne, wenn er Brenner anwende, die verhältnißmäßig groß sind, also viel Gas consumiren und dann durch Regulirung des vor dem Brenner befindlichen Hahns, das volle Zuströmen des Gases verhindere und dadurch einen verhältnißmäßig geringeren Gasverbrauch bewirke; hierdurch werde eine weit größere Helligkeit erzielt, als wenn ein kleinerer Brenner, der bei völlig geöffnetem Hahn ebensoviel Gas consumirt, wie der größere Brenner bei theilweise eingedrehtem Hahn, aufgesteckt wird. Ein Brenner z. B. der bei völlig geöffnetem Hahn 10,8 Cubikfuß Gas per Stunde gebraucht und dabei eine Lichtstärke von 31 Wachskerzen erzeugt, gab nach Büchner's Versuchen, nachdem sein Consum durch theilweises Zudrehen des Hahns auf 4,5 Cubikfuß per Stunde herabgestellt worden war, immer noch eine Helligkeit von 11,5 Wachskerzen. Ein kleiner Brenner dagegen, welcher bei völlig geöffnetem

Hahn auch 4,5 Cubikfuß Gas per Stunde verbraucht, erzeugte nur eine Helligkeit gleich der von 6 Wachskerzen.

„Da aber" sagt Büchner „in den wenigsten Fällen der Consument es versteht, die Güte eines Brenners dem äußeren Ansehn nach zu beurtheilen, dieses auch von den verschiedensten Bedingungen und Umständen abhängig ist; da ferner es dem Consumenten überlassen bleiben müßte, diejenigen Brenner auszuwählen, die bei völlig geöffnetem Hahn der Brennerröhre einen größeren Gasconsum in Anspruch nehmen und durch richtiges Reguliren des Hahnes auf einem niedrigern Verbrauch gebracht, alsdann eine größere Helligkeit bedingen, als diejenigen, welche bei völlig geöffnetem Hahn denselben niedrigen Verbrauch an Gas consumiren, aber eine geringere Helligkeit erzeugen, so verdienen in Rücksicht aller dieser Umstände die Sparbrenner unbedingt den Vorzug, es sei denn, daß man beabsichtige mit einem größeren Aufwand an Gas auch eine größere Helligkeit zu erzielen, als die ist, welche überhaupt durch die Sparbrenner erreicht werden kann."

„Für den Consumenten ist aber der Nutzen, den die Sparbrenner gewähren hauptsächlich darauf begründet, daß der kleinere Brenner als solcher bei völlig geöffnetem Hahn der Brennerröhre, eine sichere Bedingung abgiebt dafür, daß aus demselben, wegen der sehr schmalen Beschaffenheit seines Spalts, stets nur eine verhältnißmäßig geringere Menge Gas ausströmt, indem derselbe gleichsam als schützendes Ventil wirkt, während das Gas alsdann der bei weitem größeren Spaltöffnung des äußeren Brenners entströmt, wodurch die Helligkeit der Flamme beinahe noch einmal so stark wird, als die sein würde, wenn dieselbe Menge von Gas in dem kleinen Brenner verbrannt worden wäre."

Der Sparbrenner bezweckt daher nach Büchner in seiner Einrichtung weiter nichts, als daß er die vom Consumenten vernachläßigte richtige Regulirung des Gasverbrauchs für die günstigste Lichtstärke des angewandten Brenners übernimmt, so daß er gleichsam als permanenter Regulator für den Verbrauch einer gewissen Menge Gas auftritt, bei welchem zugleich die günstigste Helligkeit erzeugt wird. Büchner erinnert daran, daß er bereits im Jahre 1855 auf die mitgetheilte Thatsache, daß der größere Brenner bei etwas ein=

gedrehtem Hahn im Verhältniß zum Gasconsum mehr Licht entwickle, als der kleine Brenner bei offenem Hahn, aufmerksam gemacht habe und daß auch die Wirkung der Sparbrenner auf dieser von ihm nachgewiesenen Thatsache beruhe. Besonders nützlich erweisen sich die Sparbrenner, wenn das vorhandene Leuchtgas verhältnißmäßig gering ist und unter hohem Druck zu den Brennern strömt. Für reiche Gase gewären die Sparbrenner die erwähnten Vorzüge nicht oder nur in geringem Grade.

Bekanntlich explodirt das Leuchtgas, wenn es in einem bestimmten Verhältniß mit Luft gemischt ist, sehr heftig und es sind in Folge solcher Gasexplosionen schon mehrfach Unglücksfälle vorgekommen. Nach in England ausgeführten Versuchen beginnt die Explosionsfähigkeit bei einer Mischung von 1 Vol. Gas mit 13—16 Vol. Luft, ist am stärksten bei einer Mischung von 1 Vol. Gas mit 10—12 Vol. Luft und hört auf bei dem Verhältniß von 1 Vol. Gas und 4 Vol. Luft. Es müssen also wenigstens 6—7 Proc. Leuchtgas in die Luft eines Lokals ausströmen, bevor diese Luft explodirbar wird, während sich schon $1/2$ Proc. des Gases durch seinen starken Geruch deutlich bemerkbar macht.

Das Propylen $= C_3H_6$ bildet sich häufig zugleich mit dem Aethylen und findet sich daher ebenfalls im Leuchtgase. In größerer Menge und rein kann man es darstellen, wenn man 50 Gramm Jodphosphor mit 50 Grammen Glycerin destillirt, wobei Propylengas entweicht und ungefähr 30 Gramme Jodallyl (C_3H_5J) überdestilliren, welche beim Erhitzen mit 150 Gramm Quecksilber und 50 Gramm rauchender Salzsäure in einem kleinen Kolben noch ungefähr 3 Liter Propylengas entwickeln. Das Propylen ist ein farbloses, etwas phosphorartig riechendes Gas, welches durch starken Druck verdichtet werden kann, sich im übrigen dem Aethylen ähnlich verhält. Das zur Darstellung des Propylens nöthige Jodallyl kann man nach A. Claus auch bereiten, indem man 46 Thle. Glycerin und 30 Thle. fein gepulvertes Jod in eine Retorte bringt und durch den Tubulus der Retorte 18—20 Thle. Phosphor in Stückchen so einträgt, daß der Phosphor ganz von der Flüssigkeit bedeckt wird. Nach kurzer Zeit tritt unter Feuererscheinung die Einwirkung ein,

worauf man nach dem Erkalten den Retorteninhalt über freiem Feuer abdestillirt, bis ungefähr 30 Thle. reines Jodallyl übergegangen sind und die Temperatur auf 200° C. gestiegen ist.

Das Butylen = C_4H_8 ist erst in neuerer Zeit genauer untersucht worden. Man kann dasselbe nach Luynes auf folgende Weise aus der in der Orseilleflechte vorkommenden Erythrinsäure darstellen. Zunächst wird die Erythrinsäure zwei Stunden lang mit gelöschtem Kalk auf 150° C erhitzt. Hierbei zersetzt sie sich zu Kohlensäure, Orcin und Erythrit (auch Erythromannit oder Erythroglucin genannt) = $C_4H_{10}O_4$; der Erythrit wird nun mit seinem 12—14fachen Gewicht von rauchendem Jodwasserstoff (bei 0° mit Jodwasserstoffgas gesättigtem Wasser) unter Zusatz einer geringen Menge von amorphem Phosphor destillirt, wobei sich Jodbutyl = C_4H_9J bildet, eine ölige, bei 118° siedende Flüssigkeit, von starkem, die Augen reizendem Geruch und 1,632 spec. Gew. Das Jodbutyl wird dann endlich mit essigsaurem Silberoxyd in Berührung gebracht, womit es sich unter heftiger Einwirkung zersetzt und Butylengas entwickelt. Dieses ist ein farbloses, mit rother, blau gesäumter Flamme brennendes Gas; es besitzt einen eigenthümlichen, lauchartigen Geruch, wird von Alkohol und noch leichter von Aether absorbirt, verdichtet sich in der Kälte zur farblosen, leicht beweglichen Flüssigkeit, welche schon bei + 3° siedet und erstarrt in einem Gemenge von Aether und fester Kohlensäure zur krystallinischen Masse.

Das Amylen = C_5H_{10} ist als Anästhetikum empfohlen worden, jedoch seit Einführung des Petroleumäthers fast ganz außer Gebrauch gekommen. Zu seiner Darstellung läßt man nach Bauer 1 Thl. Amylalkohol mit 1$^1/_2$ Thln. geschmolzenem und zerriebenem Chlorzink, unter Umschütteln mehrere Tage in Berührung und destillirt die Mischung, wenn alles Chlorzink zergangen ist. Bei niedriger Temperatur geht das reine Amylen über, während die gleichzeitig mit entstandenen Polyamylene (s. unten Diamylen) zurückbleiben, durch Wasser abgeschieden und durch mehrere fractionirte Destillationen von einander getrennt werden. Das Amylen ist eine farblose, leichtbewegliche, eigenthümlich, etwas lauchartig riechende

Flüssigkeit; es siedet bei 35° C und besitzt bei 0° ein spec. Gew. = 0,66 33.

Das Hexylen oder Caprolen = C_6H_{12} wird am leichtesten aus dem im amerikanischen Steinöl enthaltenen Hexylwasserstoff (s. die folgende Reihe) gewonnen, indem man das aus diesem bereitete Chlorhexyl = $C_6H_{13}Cl$, 15—20 Stunden lang mit einer alkoholischen Kalilösung auf 100° erhitzt. Es ist eine farblose, bei 68—70° siedende Flüssigkeit von 0,709 spec. Gew.

Das Heptylen oder Oenanthylen = C_7H_{14} wird auf analoge Weise aus dem gechlorten Heptylwasserstoff bereitet, wie das Hexylen aus dem Chlorhexyl. Es ist eine farblose, bei 95° siedende Flüssigkeit. (Nach Würtz liegt sein Siedepunkt zwischen 80 und 85°).

Das Octylen oder Caprylen = C_8H_{16} durch Behandeln von Chlorcaprotyl mit weingeistiger Kalilauge darstellbar, ist eine farblose, bei 115°—117° siedende Flüssigkeit.

Das Nonylen = C_9H_{18} siedet bei ungefähr 140° C.

Polyamylen nennt man drei dem Amylen polymere Kohlenwasserstoffe, nämlich das Diamylen = $C_{10}H_{20}$ eine farblose, bei 165° C. siedende Flüssigkeit von 0,7777 spec. Gew.; das Triamylen = $C_{15}H_{30}$ eine farblose, terpentinölähnlich riechende, bei 245°—248° siedende Flüssigkeit von 0,8139 spec. Gew.; und das Tetramylen = $C_{20}H_{40}$, eine dicke, schwach bräunliche, bei 390°—400° siedende Flüssigkeit von 0,8710 spec. Gewicht. Alle die Polyamylene entstehen aus dem eigentlichen Amylen, wenn man dasselbe 40 Stunden lang mit wasserfreiem Chlorzink erwärmt, oder wenn man das Amylen mit conc. Schwefelsäure vermischt, wobei in Folge der eintretenden Erwärmung die Umwandlung des Amylens in die Polyamylene von Statten geht. Die Mischung der Polyamylene wird sodann mit Wasser gewaschen und der fractionirten Destillation unterworfen.

Methylwasserstoff-Reihe.

Die Kohlenwasserstoffe, welche dieser Reihe angehören sind nach der allgemeinen Formel $C_n\ H_{2n+2}$ zusammengesetzt, wenn das Atomgewicht des Kohlenstoffs $C = 12$ angenommen wird, oder nach der Formel $C_n\ H_n + {}_2$, wenn man

Kohlenstoff C = 6 zu Grunde legt. Man kennt bis jetzt folgende Glieder dieser Reihe:

Methylwasserstoff, Sumpfgas	= $\mathrm{Є}H_4$	(früher = C_2H_4)
Aethylwasserstoff	= $\mathrm{Є}_2H_6$	(„ „ C_4H_6)
Propylwasserstoff	= $\mathrm{Є}_3H_8$	(„ „ C_6H_8)
Butylwasserstoff	= $\mathrm{Є}_4H_{10}$	(„ „ C_8H_{10})
Amylwasserstoff	= $\mathrm{Є}_5H_{12}$	(„ „ $C_{10}H_{12}$)
Capronyl=(Hexyl=)wasserstoff .	= $\mathrm{Є}_6H_{14}$	(„ „ $C_{12}H_{14}$)
Oenanthyl=(Heptyl=)wasserstoff	= $\mathrm{Є}_7H_{16}$	(„ „ $C_{14}H_{16}$)
Capryl=(Octyl=)wasserstoff .	= $\mathrm{Є}_8H_{18}$	(„ „ $C_{16}H_{18}$)
Pelargyl=(Nonyl=)wasserstoff	= $\mathrm{Є}_9H_{20}$	(„ „ $C_{18}H_{20}$)
Rutyl=(Decyl=)wasserstoff .	= $\mathrm{Є}_{10}H_{22}$	(„ „ $C_{20}H_{22}$)
Undecylwasserstoff	= $\mathrm{Є}_{11}H_{24}$	(„ „ $C_{22}H_{24}$)
Lauryl=(Duodecyl=)wasserstoff	= $\mathrm{Є}_{12}H_{26}$	(„ „ $C_{24}H_{26}$)
Cocinyl=(Tridecyl=)wasserstoff	= $\mathrm{Є}_{13}H_{28}$	(„ „ $C_{26}H_{28}$)
Myristil=(Tetradecyl=)wasserstoff	$\mathrm{Є}_{14}H_{30}$	(„ „ $C_{28}H_{30}$)
Benyl=(Pentadecyl)wasserstoff	= $\mathrm{Є}_{15}H_{32}$	(„ „ $C_{30}H_{32}$)
Palmityl(Cetyl=)wasserstoff	= $\mathrm{Є}_{16}H_{34}$	(„ „ $C_{32}H_{34}$)

Mit Ausnahme der vier erst genannten Glieder, welche schon länger bekannt sind, haben Pelouze und Cahours die übrigen, hauptsächlich als Bestandtheile des pennsylvanischen Erdöls, sowie Schorlemmer dieselben als Bestandtheile der aus Cannelkohle von Wigan durch trockene Destillation bei möglichst niedriger Temperatur gewonnenen Naphta abgeschieden. Diese Kohlenwasserstoffe zeichnen sich durch ihre Indifferenz gegen die meisten chemischen Reagentien aus; sie werden weder durch concentrirte Schwefelsäure, noch durch concentrirte Salpetersäure angegriffen. Chlor dagegen entzieht ihnen Wasserstoff und führt sie in die Chlorüre der Alkoholradikale aus der Methylreihe über. Man kann diese Kohlenwasserstoffe entweder als Verbindungen der Alkoholradikale (Methyl $\mathrm{Є}H_3$, Aethyl $\mathrm{Є}_2H_5$, Propyl $\mathrm{Є}_3H_7$ ꝛc.) mit 1 Atom Wasserstoff betrachten, oder auch als Verbindungen der Kohlenwasserstoffe der Aethylenreihe mit 2 At. Wasserstoff, für welche letztere Ansicht die von Berthelot entdeckte Thatsache spricht, daß wenn man gleiche Volumen Aethylen und Wasserstoff etwa eine Stunde lang einer beginnenden Rothglühhitze aussetzt, diese Gase sich zum größten Theil zu

Äthylwasserstoff direct mit einander vereinigen, welche Erscheinung um so interessanter ist, als sie einen neuen Beleg dafür liefert, wie leicht sich im Allgemeinen die Kohlenwasserstoffe aus den verschiedenen Reihen in einander überführen lassen. Wir haben schon oben (s. S. 251) darauf hingewisen, daß sich das Acetylen leicht in Aethylen umwandeln läßt und haben hier den Beweis der Bildung von Aethylwasserstoff aus dem Aethylen.

In manchen Fällen scheinen jedoch die Kohlenwasserstoffe dieser Reihe die Alkoholradikale selbst, im isolirten Zustande, oder Verbindungen zweier verschiedener Alkoholradikale zu repräsentiren, indem in den isolirten Alkoholradikalen stets 2 Atome des Radikals zu einem Molekül verbunden vorkommen. Das isolirte Radikal Aethyl ist daher nicht $= C_2H_5$ sondern $= 2C_2H_5 = C_4H_{10}$ und somit wie der Butylwasserstoff zusammengesetzt; man kennt aber z. B. auch ein Methyl-Aethyl $= CH_3 + C_2H_5$, also $= {}_3HC_8$, welches hiernach dem Propylwasserstoff analog zusammengesetzt ist. Die Constitution von Kohlenwasserstoffen von der Zusammensetzung der obigen Reihe kann daher eine sehr verschiedene sein. Der Kohlenwasserstoff C_6H_{14} kann z. B. entweder sein: Caproylwasserstoff $C_6H_{13} + H$; oder das isolirte Radikal Propyl $= C_3H_7 + C_3H_7$; oder Aethyl-Butyl $= C_2H_5 + C_4H_9$ oder Methyl-Amyl $= CH_3 + C_5H_{11}$ und es ist in manchen Fällen sehr schwierig, die eigentliche Constitution dieser Körper zu ermitteln.

Der Butylwasserstoff $= C_4H_{10}$ ist der flüchtigste Bestandtheil des amerikanischen Petroleums, in der Kälte eine farblose Flüssigkeit von 0,600 spec. Gewicht, siedet schon bei ungefähr 5° C.

Der Amylwasserstoff $= C_5H_{12}$ findet sich ebenfalls in den flüchtigsten Theilen des rohen amerikanischen Erdöls, ist eine farblose, leichtbewegliche Flüßigkeit von 0,628 spec. Gew., siedet bei 30° C.

Der Hexylwasserstoff $= C_6H_{14}$ ist ein vorherrschender Bestandtheil der aus dem rohen Erdöl abdestillirten flüchtigen Naphta; er bildet eine farblose, leicht bewegliche, schwach ätherartig riechende Flüßigkeit von 0,669 spec. Gew., siedet bei 68°C., läßt sich mit Alkohol, Aether, ätherischen und

fetten Oelen und Schwefelkohlenstoff leicht vermischen und wird unter dem Namen Petroleumäther, Rhigolene (vgl. auch d. vor. Jahrg. S. 339) als schmerzstillendes Mittel bei rheumatischen Schmerzen, Verrenkungen und dgl. mit Vortheil zu Einreibungen benutzt. Es ist sehr leicht entzündlich, brennt mit hoher leuchtender Flamme und muß daher mit Vorsicht behandelt und namentlich beim Gebrauche nicht in der Nähe eines brennenden Lichtes eingerieben werden.

Der Heptyl- oder Oenanthylwasserstoff = $C_7 H_{16}$ bildet ebenfalls einen Hauptbestandtheil der Petroleumnaphta, besitzt ein spec. Gew. = 0,699 und siedet zwischen 92° und 94° C. Er ist eine farblose, schwach, nicht unangenehm riechende Flüssigkeit, löst die Fette, in der Wärme auch Wachs und viele andere Körper auf und hat als Entfettungs- und Reinigungsmittel bereits vielfache Anwendung gefunden. Er bildet nämlich den Hauptbestandtheil des im Handel unter dem Namen Benzin oder Petroleumbenzin, Petroleumsprit vorkommenden Produktes. In neuerer Zeit hat man das Petroleumbenzin auch vielfach als Leuchtstoff verwendet und zwar direct in der sogenannten Ligroin- oder Wunderlampe, deren Brennstoffbehälter ganz mit gut gereinigten und getrockneten Schwammstückchen gefüllt ist. Beim Gebrauche wird die Lampe ganz mit Benzin vollgefüllt, hierauf umgedreht, damit das Benzin, welches der Schwamm nicht aufzusaugen vermochte, wieder ausfließen kann. Man hat nur nöthig, die Dille mit dem feinen Docht fest aufzuschrauben und den Docht anzuzünden, so erhält man eine schön leuchtende und billige Flamme. Diese Lämpchen sind wegen ihrer Reinlichkeit besonders für Küchen zu empfehlen; sie sind ganz gefahrlos, weil durch den Schwamm die Explosionsfähigkeit des Benzins aufgehoben wird. Die einzige Vorsicht, die zu beobachten nöthig ist, besteht darin, daß man die Lämpchen immer bei Tageslicht frisch füllt, damit man nicht nöthig hat mit den leicht entzündlichen Benzin in der Nähe eines brennenden Lichtes umzugehen. Auch indirect hat man nicht ohne Erfolg versucht das Petroleumbenzin zur Beleuchtung zu benutzen, indem man dasselbe durch einen Luftstrom, den man durchleitet vergast

und die so erhaltene Mischung von Luft und Benzindampf aus Brennern, wie sie für Leuchtgas benutzt werden, ausströmen läßt. Bei dieser sogenannten atmosphärischen Gasbeleuchtung darf man aber die genannte Mischung nicht zu weit und nicht durch kalte Räume leiten, weil sich sonst das Benzin wieder daraus verdichten würde. Die atmospärische Gasbeleuchtung ist daher nur für einzelne specielle Zwecke von wirklichem Vortheil. Das zu Beleuchtungszwecken bestimmte Petroleumbenzin kömmt auch unter den Namen Gasolen, Ligroin, Keroselen, Burning-fluid in den Handel, wird aber häufig mit geringeren Produkten aus Braunkohlen- und Schiefertheer verfälscht. Es muß vollständig farblos und wasserklar sein, darf nicht unangenehm riechen und muß, wenn man eine Probe davon auf die Hand gießt, rasch von dieser verdunsten, ohne einen Geruch zu hinterlassen; auch von weißem Papier, welches damit befeuchtet worden war, muß es verdunsten, ohne einen Fleck oder gelben Ring auf dem Papier zu hinterlassen. Das Petroleumbenzin ist eines der werthvollsten Produkte der Petroleumindustrie.

Der Octyl- oder Caprylwasserstoff $= C_8H_{18}$ ist eine farblose, zwischen 116° und 118° siedende Flüssigkeit von 0,726 spec. Gew. Er bildet den schwerer flüchtigen Theil des Petroleumbenzins.

Der Nonyl oder Pelargylwasserstoff $= C_9 H_{20}$ siedet bei 136—138°, besitzt ein spec. Gewicht $= 0{,}741$ und findet sich sehr häufig in dem als Leuchtstoff dienenden raffinirten Petroleum. In gut geleiteten Petroleumraffinerien wird jedoch diese Substanz, die für Benzin zu schwerflüchtig, für raffinirtes Petroleumleuchtöl zu leichtflüchtig und zu leicht entzündlich ist möglichst vollständig abgeschieden und als besonderes Produkt, unter dem Namen Petroleumterpentinöl oder künstliches Terpentinöl in den Handel gebracht. Dieses Zwischenprodukt kann nämlich in vielen Fällen als Ersatzmittel für ächtes Terpentinöl mit Vortheil namentlich zum Verdünnen des gewöhnlichen Firnisses, sowie auch in Wachstuchfabriken mit Vortheil verwendet werden. Es besitzt im gut gereinigten Zustande, wie überhaupt alle

Destillationsprodukte aus dem ächten pennsylvanischen Petroleum einen schwachen, nicht unangenehmen Geruch.

Der Decyl= oder Rutylwasserstoff $= C_{12}H_{22}$ besitzt ein spec. Gew. = 0,757 und siedet bei 158—162°; der Undecylwasserstoff $= C_{11}H_{24}$ hat ein spec. Gew. = 0,766 und siedet bei 180—182°; der Duodecyl= oder Laurylwasserstoff $= C_{12}H_{26}$ hat ein spec. Gew. = 0,778 und siedet bei 198—200°; der Tridecyl= oder Cocinylwasserstoff $= C_{13}H_{28}$ hat ein spec. Gew. = 0,796 und siedet bei 218—220°; der Tetradecyl= oder Myristylwasserstoff $= C_{14}H_{30}$ hat ein spec. Gew. = 0,809 und siedet bei 236—240°; der Pentadecyl= oder Benylwasserstoff $= C_{15}H_{32}$ hat ein spec. Gew. = 0,825 und siedet bei 258—262°; der Palmityl= oder Cetylwasserstoff endlich siedet bei ungefähr 280°. Die Mischung aller dieser Kohlenwasserstoffe vom Decyl= bis zum Palmitylwasserstoff bildet das eigentliche raffinirte Petroleum oder Kerosen des Handels, also diejenige Flüssigkeit, welche gegenwärtig als Leuchtstoff so allgemein gebrannt wird und in passenden Lampen das schönste und angenehmste Licht erzeugt, was man mit flüssigen Leuchtstoffen erzeugen kann. Leider wird das raffinirte Petroleum häufig mit Produkten aus dem Braunkohlentheer verfälscht, oder ist sonst nicht genügend gereinigt und dann von gelber Farbe und unangenehmem Geruch; oder es enthält noch zuviel Antheile von den flüchtigeren Kohlenwasserstoffen beigemischt und ist in diesem Falle zwar meist sehr schön farblos und dünnflüssig, aber zu leicht entzündlich und in Folge dessen beim Gebrauche feuergefährlich. Ein gutes raffinirtes Petroleum darf nur einen schwachen, nicht unangenehmen Geruch besitzen, hat durchschnittlich ein spec. Gew. = 0,80, läßt sich wenn man eine nicht zu kleine Probe davon in eine Untertasse gießt, nicht ohne weiteres durch einen langsam hineingetauchten brennenden Fidibus entzünden, sondern fängt erst dann Feuer, nachdem es eine Temperatur von mindestens 40° C. erreicht hat. Es entwickelt keine explosiven Gase und ist daher nicht so feuergefährlich wie man immer noch vielfach glaubt. Bewahrt man es in Fässern auf, so ist es am besten, die Fäßer in die Erde einzugraben und etwa 1 Fuß hoch mit Erde fest zuzudecken.

Es hält sich dann ganz vorzüglich gut und da die Fässer durch die Erde von außen immer feucht erhalten bleiben, kann es weder verdunsten, noch auslaufen, wenn die Fässer nicht wirklich schadhaft waren.

Die oben genannten Kohlenwasserstoffe repräsentiren jedoch noch nicht alle Bestandtheile des Petroleums; denn wenn der Palmitylwasserstoff abdestillirt ist, so bleiben noch mindestens 25 Proc. schwerer flüchtige, noch nicht näher untersuchte Oele zurück, welche sich, wie bereits oben mitgetheilt worden, sehr gut zur Gaserzeugung verwenden lassen.

Wir können diesen Gegenstand, der uns unwillkürlich auf das Petroleum hingeleitet hat, nicht verlassen, ohne nicht schließlich noch einige allgemeine Mittheilungen über das rohe Petroleum anzuschließen. Außer den bereits bekannten Petroleumquellen in Nordamerika, Galizien und Rußland, sind theils in diesen, theils in anderen Ländern neue Quellen entdeckt worden, welche mehr und mehr die Ueberzeugung befestigen, daß unsere Erde in ihrem Innern unermeßliche und unerschöpfliche Schätze dieses werthvollen Materials birgt.

Ueber die Petroleumquellen in Amerika geben folgende neuere dem „Berggeist“ entnommene Angaben, einigen Aufschluß: Die bedeutendsten Petroleumquellen finden sich im nördlichen und westlichen Theile von West-Virginien, im südlichen Theile von Ohio, im nordwestlichen Theile von Pennsylvanien, in Canada auf der nördlich vom Eriesee liegenden Halbinsel und im südlichen Californien. In West-Virginien zeigt sich eine so massenhafte Verbreitung des Petroleums, wie an keiner anderen Stelle von Nordamerika. Der Hauptpunkt der Oelregion ist Parkersburg, Hauptstadt der Wood-County und am Einflusse des Little-Kanawha in den Ohio gelegen; in dieser Wood-County befindet sich der Centralpunkt der Oelquellen, der berühmte Burning-Spring-Run welcher von Norden her in den Little-Kanawha mündet. In Ohio bildet die Stadt Marietta den Mittelpunkt des Oelhandels, Washington-County producirt das meiste Petroleum. Die große Ausdehnung der Quellen im Nordwesten beweist, daß sich ebenso, wie in West-Virginien, die Oelregion in Ohio nicht als Gürtel, sondern als ein unregelmäßig gestaltetes

Land darstellt. Am bekanntesten sind die Quellen in Pennsylvanien; im Oil-Creek, der davon den Namen hat, wurden 1861 die ersten Quellen entdeckt. Man berechnete in den Jahren 1861 und 1862 den täglichen Ertrag der Quellen auf 8000 Barrels (ein Barrel oder Faß enthält im Durchschnitt 240 Pfd. Zollgewicht rohes Petroleum); eine einzige Quelle lieferte Zeitweise 3000 Barrels per Tag. Im Jahr 1863 sank der tägliche Gesammtertrag auf 6000 Barrels, 1864 auf 4000 Barrels; in neuester Zeit hat sich die Ergiebigkeit wieder auf 6000 Barrels täglich gesteigert. Noch stärkere Quellen, als im Oil-Creek haben die Bohrversuche in den Grafschaften Lawrence, Butler, Armstrong und Clarion erschlossen. In Canada sind neuerdings auch im Osten am St. Johns River bedeutende Quellen aufgefunden worden; bisher war nur der Westen ausgebeutet worden. In Californien hat man Erdölquellen an vielen Stellen gefunden, die wichtigsten liegen bei Buenaventura, etwa 320 Meilen südlich von San Franzisco, in einer aus bituminösem Schiefer bestehenden Bergkette; Ojai Rauch ist der Name der ergiebigsten Region. Außerdem hat man Petroleum entdeckt und auszubeuten begonnen im Staate New-York, in Mexiko, Texas, sowie in der neuesten Zeit in Kentucky, Michigan, Indiana, Colorado, Oregon, Tennessee, Illinois, Missouri, Montana und auf Cuba.

Nach v. Cotta gehören die ölführenden Schichten in Canada der Silur- und Devon-, diejenigen in Pennsylvanien der Devon-, diejenigen in Virginien, Ohio und Kentucky der Kohlen-, die californischen aber der tertiären Formation an. Prof. Wilbur in Amerika glaubt, daß das Petroleum im Gegensatze zur Steinkohle, welche von der Erdvegetation abstammt, ein Produkt der Meervegetation sei. Die Masse der im Ocean wachsenden Meertangen sei eine ganz enorme und war wahrscheinlich in den früheren Perioden des Erdkörpers, wo das jetzige Nordamerika noch vom Meere bedeckt gewesen, noch weit bedeutender. Bedenke man, daß der Meeresgrund nicht eben war, sondern von tiefen Thälern durchschnitten wurde, so sei es einleuchtend, daß die abgestorbenen Massen des Tangs beim Niedersinken in die Tiefe,

von den Strömungen des Wassers nach jenen Tiefen geführt und dort zu ungeheuren Massen zusammengeschwemmt worden seien. In späteren Perioden haben dann die sich ablagernden Gesteinsbildungen diese Lagerstätten von Seetang mehr oder weniger hoch überdeckt und es sei nichts weniger als unwahrscheinlich, daß sich aus dem Tang in Folge der langsam fortschreitenden Zersetzung das Petroleum gebildet habe. Wir halten diese Ansicht für eine sehr beachtungswerthe und sind fest überzeugt, daß das Petroleum nicht unter dem Einflusse hoher Temperaturen, sondern mehr nur durch einen allmäligen, bei Abschluß der Luft stattgehabten Verwesungsproceß entstanden sein kann; denn es ist Thatsache, daß die Bestandtheile des Petroleums, welche sich durch ihren größeren Wasserstoffgehalt von allen durch trockene Destillation künstlich dargestellten Theerölen unterscheiden, sehr leicht durch Einwirkung einer Temperatur von nur einigen hundert Graden zersetzt und in wasserstoffärmere, den Theerölen analog zusammengesetzte Produkte übergeführt werden können. Ebenso fehlen die bei der trockenen Destillation von Steinkohlen, Braunkohlen u. dgl. zugleich mit den Theerölen entstehenden ammoniakalischen Produkte und flüchtigen stickstoffhaltigen Basen (z. B. Pyridin etc., vgl. unten) dem Petroleum vollständig, was ebenfalls darauf hinweist, daß das Petroleum nur durch eine Zersetzung bei niedriger Temperatur und aus sehr stickstoffarmen vegetabilischen Stoffen, wozu der Meertang gehört, entstanden sein kann. Daß aber der Seetang bei seiner Zersetzung eine große Menge von Kohlenwasserstoffgas und flüssigen Kohlenwasserstoffen zu liefern vermag, beweisen die in neuester Zeit von Stanford und von Krafft gemachten Angaben über die Produkte der trockenen Destillation des Seetangs zum Behufe besserer Verwerthung desselben bei seiner Anwendung zur Jodfabrikation. Aus 20000 Ctr. Seetang wurden bei der trockenen Destillation und darauf folgenden Trennung und Verarbeitung der entstandenen Produkte und des gebliebenen kohligen, jodhaltigen Rückstandes gewonnen:

Flüchtiges Oel	8145 Liter
Paraffinhaltiges schweres Oel . .	10125 „
Naphtaöl	4590 „

Leuchtgas	1,000,000	Cubikfuß
Kohle und Asche	6 700	Centner
Essigsaurer Kalk	100	=
Jod	26	=
Salmiak	25	=
Schwefelsaures Kali	20	=
Chlorkalium	50	=
Schwefelsaures Natron	160	=

Man ersieht hieraus, daß selbst bei der wirklichen trockenen Destillation des Seetangs, die Menge der entstehenden ammoniakalischen Produkte, welche nach Obigem die 25 Cent. Salmiak lieferten, im Verhältniß nicht bedeutend sind.

In Betreff der Ergiebigkeit und Ausdauer der Quellen wird aus Pennsylvanien berichtet, daß die besten Autoritäten die Dauer der Ergiebigkeit eines Oelbrunnens auf 18 Monate berechnen; einige halten länger aus, aber die große Mehrzahl nicht einmal so lange. Die Erfahrung lehrt aber, daß ergiebige Oelbrunnen in der nächsten Nähe von erschöpften gefunden werden. Manche Brunnen, welche trotz des stärksten Pumpens kein Faß mit Oel mehr ergeben wollen, werden wieder produktiv, wenn man sie tiefer ausbohrt. Die tiefsten im Betrieb befindlichen Brunnen sind nur 500 — 600 Fuß tief. Sachverständige behaupten jedoch, daß sich die größten Oellager 1000 — 1200 Fuß unter der Erde befinden. Ueber die Petroleumproduktion in Nord-Amerika hat das „Bremer Handelsblatt" kürzlich folgende interessante Mittheilnngen gemacht. An rohem Petroleum wurde in den nachstehenden Jahren gewonnen:

		Barrels	Barrels
1861	in Pennsylvanien	600,000	700,000
	= Westvirginien und Ohio	100,000	
1862	= Pennsylvanien	1,300,000	1,350,000
	= West-Virginien und Ohio wo in diesem Jahre die Förderung durch den Krieg fast ganz unterbrochen war	50,000	
1863	= Pennsylvanien	1,550,000	1,600,000
	= West-Virginien und Ohio	50,000	

		Barrels	Barrels
1864	= Pennsylvanien	1,600,000	1,680,000
	= West-Virginien und Ohio .	80,000	
1865	= Pennsylvanien	2,100,000	2,200,000
	= West-Virginien und Ohio	100,000	
1866	= Pennsylvanien	980,000	1,100,000
	1 Januar bis 30 April in West-Virginien und Ohio	120,000	

Die obigen Angaben für die drei ersten Jahre beruhen auf Schätzung, während denen der folgenden Jahre sichere statistische Tabellen zu Grunde liegen. Die regelmäßige Förderung beläuft sich jetzt per Tag (mit Ausnahme der Sonntage) in Pennsylvanien auf 8000 Barrels, in West-Virginien Ohio und Kentucky auf 1200 Barrels, also im Ganzen auf 9200 Barrels. Man verspricht sich eine bedeutende Zunahme dieser Fördermenge von der kürzlich abgeschafften Internal Revenue Tax von 1 Dollar per Barrel rohen Petroleums, welche in Verbindung mit den niedrigen Preisen des Petroleums, mehrere Besitzer von Quellen zur Einstellung der Arbeit veranlaßt hatte.

Von den Petroleumquellen des russischen Reiches sind die Quellen auf der Halbinsel Abscheron im kaspischen Meere von Alters her berühmt und das daselbst in der Nähe der Stadt Baku brennende ewige Feuer, welches von aus Erdspalten emporströmenden Kohlenwasserstoffgasen unterhalten wird, läßt mit Sicherheit erwarten, daß dort ein äußerst reiches Oelgebiet im Schooße der Erde verborgen liegt; allein die dortige uncivilisirte Bevölkerung besitzt weder die Einsicht, noch die Thatkraft, um einen solchen Schatz zu heben und nutzbar zu machen und die wenigen Fremden, die sich in jene Gegend wagen, entbehren des zu einer fortgesetzten Thätigkeit erforderlichen Schutzes. Auch der Mangel an guten Verkehrswegen, an Fässern ꝛc. hemmt zur Zeit noch das Emporblühen einer eigentlichen Petroleumindustrie, indem kaum das Oel aufgesammelt wird, welches freiwillig zu Tage tritt. Die meisten der dortigen Quellen liefern nur ein dunkelbraun gefärbtes, ziemlich dickflüssiges und unangenehm riechendes Oel, doch treten auch hellere Oele auf, aus welchen

die Naphta gewonnen wird, die früher ausschließlich in den Apotheken als Heilmittel gehalten wurde. — In neuester Zeit hat man nun an der Grenze der Krimm und von Kaukasien und zwar bei Temrjuk (auf der Halbinsel Taman nördlich von Anapa) Petroleumquellen erschlossen, welche sehr ergiebig sein sollen. Aus einem einzigen Bohrloche von $2^1/_2$ Zoll im Durchmesser gewinnt man angeblich 10000 Eimer im Tag. Die Lage dieser Quellen in der Nähe der Meerenge ist der Entwicklung einer großartigen Petroleumindustrie sehr günstig. Nach Privatmittheilungen, welche Verfasser dieses erhalten hat, soll jedoch das Krimm'sche Petroleum sehr dunkel und dickflüssig sein, doch scheint sich dort, wenn man den Angaben Glauben schenken darf, ein äußerst ergiebiges Oelgebiet zu befinden.

Die Petroleumquellen in der Wallachei werden zur Zeit ziemlich ausgebeutet und liefern ein ganz ausgezeichnetes, schwach riechendes rohes Petroleum, welches zwar nicht so viel flüchtige Bestandtheile enthält, wie das pennsylvanische, sich jedoch leicht reinigen läßt und ein schönes Leuchtoel liefert.

Ueber die Petroleumquellen in Galizien haben wir bereits im vorigen Jahrg. unseres Jahrbuches (s. S. 339) einige Mittheilungen gemacht. Das Oelgebiet, welches bis jetzt ausgebeutet wird, liegt hauptsächlich in Ostgalizien; man hat jedoch in neuester Zeit auch in Westgalizien, in der Nähe von Librantowa einige Quellen entdeckt, die ein ganz ausgezeichnetes, dem pennsylvanischen Steinöl gleiches Petroleum liefern und auch in Hinsicht auf den Verkehr besonders günstig gelegen sind. Zur Zeit hat sich in Galizien noch nicht die entsprechende Ausbeutung entwickelt. Es fehlt hier an Energie und Unternehmungsgeist — Neben Petroleum findet man in Galizien noch ein anderes höchst werthvolles Produkt, nämlich den Ozokerit oder das Erdwachs; es ist dies eine wachsähnliche, schwachriechende meist dunkel grünschwarze Masse, welche bei 50—60° C. schmilzt und bei der Destillation sehr viel vorzügliches Paraffin, nebst werthvollen Schmierölen liefert, auch häufig zur Verfälschung oder als Ersatzmittel für Bienenwachs benutzt wird.

Nach den vom Bergrath v. Cotta in Galizien vor-

genommenen Untersuchungen besteht der galizische Abhang der Karpathen durchgängig aus Karpathensandstein, welcher der Kreideperiode angehört. Das Erdölgebiet zieht sich in einer Breite von 2—3 Meilen durch ganz Galizien hindurch und zwar dem Fuße des Nordabhanges des Gebirges folgend, entlang der Grenze zwischen dem neocomen Karpathensandstein und den tertiären Ablagerungen. Unter ähnlichen geologischen Verhältnissen ist es westlich von Galizien in Mähren und Schlesien, östlich noch bis in die Bukowina, Moldau und Wallachei bekannt. Innerhalb der galizischen Zone sind nun bereits einige 60 Orte aufgefunden worden, wo Erdöl und Erdwachs gewonnen werden kann. Einer der wichtigsten dieser Orte ist Boryslaw, südlich von Drohobycz, wo sich Erdöl und Erdwachs in dunkeln, bituminösen und etwas salzhaltigen Thonen und Mergeln der miocänen Bildung finden, welche aufwärts zunächst von einer 10—12 Fuß mächtigen Geröllschicht und außerdem von einer 6—8 Fuß mächtigen Lehmdecke überlagert werden. Hier waren im September 1865 im Umkreise des Dorfes 2394 Schächte in Betrieb, während 3000 Schächte wieder verlassen waren. Diese Schächte waren rund und viereckig 2½—6 Fuß weit und durchschnittlich 20 Klafter tief; sie geben theils Wachs, theils beide Substanzen zugleich und können alle Tage ausgeschöpft werden. Quillt nichts mehr aus den Gesteinsfugen hervor, so vertieft man die Schächte.

Das Niveau und die Ergiebigkeit der ölführenden Schichten ist überaus wechselnd, doch scheint das Erdwachs bei mehr als 20 Klaftern nicht mehr vorzukommen, während das Oel in jeder zur Zeit erreichten Tiefe angetroffen worden ist. An Wachs liefert ein Schacht durchschnittlich 2—4, ausnahmsweise jedoch auch bis 30 Centr., pro Tag, an Oel 1—3 Centr., und bei Boryslaw werden durch ungefähr 9000 Arbeiter monatlich überhaupt 3000—4000 Centr. Erdwachs und 12000 Centr. Erdöl gewonnen.

Die Petroleumquellen in Hannover, welche seit mehr denn Jahresfrist, besonders in der Nähe von Sehnde erschlossen wurden, wollen immer noch nicht recht ertragfähig werden. Nach den Erfahrungen, welche Verfasser dieses mit einer bedeutenden Quantität von Sehnder Petroleum gemacht

hat, ist dieses Steinöl weniger werthvoll als das pennsylvanische; es besitzt schon im rohen Zustande eine dunklere, braunrothe Farbe, einen stärkeren Geruch, liefert bei der Destillation Produkte, die schwieriger zu reinigen sind, enthält weniger flüchtige Bestandtheile und hinterläßt mehr Rückstand. Nach neuesten Mittheilungen soll zwar eine neue ergiebigere Quelle durch die dort thätige englische Gesellschaft erschlossen worden sein. Jedenfalls spielt aber zur Zeit das hannover'sche Petroleum im Handel noch keine Rolle und die ganze Produktion reicht kaum zur Deckung des Bedarfs einer einzigen Raffinerie hin.

Ueber Petroleumquellen in Mittel-Italien, bei Tocco im Pescara-Thale am östlichen Abhange der Abruzzen hat Trinker berichtet, daß sich dort ölführende Thonschieferschichten finden, welche unzweifelhaft den untersten Straten der Subapenninen-Formation angehören. Aus einem kleinen Schürfstollen, der zunächst einer alten, kaum beachteten Oelquelle angelegt wurde, gewann man in Zeit von 8 Tagen ungefähr 1000. Centr. Petroleum. Die Verhältnisse in der Tiefe der dortigen Gesteinsschichten sind jedoch zur Zeit noch nicht ermittelt. In Betreff der Petroleumraffinerie sind in neuester Zeit keine bemerkenswerthen Fortschritte gemacht worden. Nach Joel Green in New-York soll man destillirtes Petroleum einfach dadurch geruchlos machen können, daß es in einem Behälter, welcher luftleer gemacht worden, etwas bewegt und gelinde erwärmt wird. Prof. Doremus in New-York hat diese Angabe bestätigt. Verfasser dieses hat jedoch diese günstigen Resulate nicht erhalten können.

Benzol-Reihe.

Die Kohlenwasserstoffe, welche dieser Reihe angehören, sind nach der allgemeinen Formel $Є_n H_{n-6}$ zusammengesetzt, wenn das Atomgewicht des Kohlenstoffs $Є = 12$ angenommen wird, oder nach der Formel $C_n H_{n-6}$, wenn man Kohlenstoff $C = 6$ zu Grunde legt. Man kennt bis jetzt nur folgende Glieder dieser Reihe.

Benzol = $Є_6 H_6$ (früher = $C_{12} H_6$
Toluol = $Є_7 H_8$ („ = $C_{14} H_8$

Xylol $= \text{C}_8\ H_{10}$ („ $= C_{16}\ H_{10}$)
Cumol $= \text{C}_9\ H_{12}$ („ $= C_{18}\ H_{12}$)
Cymol $= \text{C}_{10}\ H_{14}$ („ $= C_{20}\ H_{14}$)

Diese Kohlenwasserstoffe finden sich sämmtlich im Steinkohlentheeroel und treten sonst noch bei verschiedenen Zersetzungsprocessen auf. Das Benzol siedet zwischen 80° u. 86° C., das Toluol zwischen 110° u. 114° C, das Xylol zwischen 126° u. 130° C. nach Anderen zwischen 139° u. 141° C., das Cumol zwischen 148° u. 151° C. und das Cymol zwischen 172° u. 175° C. Die sämmtlichen Glieder dieser Gruppe zeichnen sich dadurch aus, daß sie durch Salpetersäure oder durch eine Mischung von Salpetersäure und Schwefelsäure in sogenannte Nitroverbindungen übergeführt werden; so kann man z. B. auf diese Weise aus dem Benzol das Mononitrobenzol $= \text{C}_6\ H_5\ (N\Theta_2)$, oder durch länger fortgesetzte Einwirkung das Dinitrobenzol $= \text{C}_6\ H_4\ (N\Theta_2)_2$ oder selbst das Trinitrobenzol $= \text{C}_6\ H_3\ (N\Theta_2)_3$ darstellen und ganz analog verhalten sich die anderen Glieder dieser Reihe. Aus diesen Nitroverbindungen gewinnt man durch reducirend wirkende Stoffe, flüchtige organische Basen, so z. B. aus dem Mononitrobenzol das Anilin $= \text{C}_6\ H_7\ N$, aus dem Mononitrotoluol das Toluidin $= \text{C}_7\ H_9\ N$, welche Basen für die Anilinfarbenindustrie, (s. unten) von größter Wichtigkeit sind. Anderntheils kann man diese Kohlenwasserstoffe auch in die ihnen entsprechenden Alkohole und Alkoholradikale überführen. Erwärmt man z. B. nach Church eine Mischung von rothem chromsauren Kali und Salzsäure bis zur beginnenden Chlorentwickelung und gießt dann Benzol auf die Oberfläche der Flüssigkeit, so bildet sich zunächst als Hauptprodukt der Einwirkung, das Chlorwasserstoff-Chlorbenzol $= \text{C}_6\ H_5\ Cl + HCl$ und mischt man dieses mit concentirter wäßriger Aetzkalilösung und destillirt, so erhält man viel Chlorphenyl $= \text{C}_6\ H_5\ Cl$, welches bei 136° C. siedet; aus dem Chlorphenyl kann man durch Destillation mit Natriumamalgam das reine Radikal Phenyl $= \text{C}_6\ H_5 + \text{C}_6\ H_5 = \text{C}_{12}\ H_{10}$ abscheiden. Behandelt man aber das Chlorwasserstoff-Chlorbenzol mit concentirter alkoholischer Kalilösung, so erhält man den Alkohol des Phenyls, den Phenylalkohol $= \text{C}_6\ H_6\ \Theta$

welcher auch unter dem Namen Phenylsäure, Carbolsäure, Kreosot bekannt ist und als Desinfectionsmittel theils für sich oder mit Natron verbunden und in Wasser gelöst, vielfach praktisch angewendet wird.

Von besonderem Interesse sind die Untersuchungen von Tollens und Fittig über diese Körper. Läßt man nämlich Jodmethyl und Monobrombenzol unter Zusatz von Natrium aufeinander einwirken, so entsteht Methyl-Phenyl $= C H_3 + C_6 H_5 = C_7 H_8$. Diese neue Verbindung ist nicht allein wie das Toluol zusammengesetzt, sondern verhält sich auch ganz wie Toluol und scheint mit diesem identisch zu sein. Läßt man Jodmethyl und Bromtoluol bei Gegenwart von Natrium aufeinander wirken, so entsteht Methyl-Benzyl $= C H_3 + C_7 H_7 = C_8 H_{10}$ und dieses Produkt ist dem Xylol identisch. Hieraus ergiebt sich die interessante und wichtige Thatsache, daß man durch Einführung von Methyl in einen der Kohlenwasserstoffe dieser Reihe (wobei 1 At. Wasserstoff austritt und durch das Methyl ersetzt wird) das nächst höhere Glied derselben Reihe erhalten und somit das Benzol künstlich in Toluol, das Toluol in Xylol, das Xylol in Cumol überführen kann.

Behandelt man Brombenzol bei Gegenwart von Natrium mit Jodäthyl (anstatt mit Jodmethyl), so entsteht Aethyl-Phenyl $= C_2 H_5 + C_6 H_5 = C_8 H_{10}$, also ein Kohlenwasserstoff, der wie das Methyl-Benzyl dem Xylol analog zusammengesetzt ist; allein das Aethyl-Phenyl ist nicht mit dem Xylol identisch, sondern unterscheidet sich dadurch von letzterem, daß sein Siedepunkt um 6—7° niedriger liegt, und daß es beim Behandeln mit einer Mischung von rothem chromsauren Kali und Salzsäure in Benzoësäure übergeführt wird, während bei gleicher Behandlung des Xylols, sowie des Methyl-Benzyls ein neues Produkt, die sogenannte Terephtalsäure $= C_8 H_6 O_4$ entsteht. Diese Thatsachen sprechen dafür, daß mindestens zwei Reihen von gleich zusammengesetzten Kohlenwasserstoffen existiren, welche sich durch ihre verschiedene Constitution unterscheiden und es lassen sich von der Fortsetzung der hierauf bezüglichen Forschungen viele wichtige und interessante Resultate erwarten.

Fette, fette Oele und verwandte oder daraus darstellbare Stoffe.

Zur Abscheidung der Oele aus den sogenannten Oelfrüchten, bedient man sich meistens der längst gebräuchlichen Methode des Pressens, welche zwar leicht ausführbar ist, doch an dem Uebelstand leidet, daß man selbst mit den kräftigsten Pressen nicht im Stande ist, den ganzen Oelgehalt zu gewinnen, sondern immer einen Theil verliert, der im Preßkuchen zurückbleibt. Nach den Untersuchungen von Cloëz enthalten z. B. die Samen des Raps oder Colza circa 44 Proc. Oel, wovon aber durch Pressen nur 37,69 Proc. gewonnend werden, währen 6,19 Proc. im Kuchen bleiben. Der Leindotter enthält 31²/₈ Proc. Oel, wovon 27¹/₄ Proc. durch Pressung abgeschieden werden können und 5¹/₄ Proc. im Kuchen bleiben. Von den 40 Proc. Oel, welche die Leinsamen enthalten, lassen sich 30,15 Proc. abpressen, während 7,81 Proc. im Kuchen zurückbleiben und von den 44 Proc. Oel, welche in den geschälten Erdnüssen (von Arachis hypogaea) enthalten sind, können 37,1 Proc. abgepreßt werden und 6,49 Proc. bleiben im Kuchen zurück. Es läßt sich daher nicht in Abrede stellen, daß die Methode der Pressung der Oele eine unvollkommene ist und daher sind die Bemühungen, an Stelle dieser Methode eine bessere zu setzen, vollkommen gerechtfertigt. Alle hierauf gerichteten Bestrebungen, gehen nun dahin, die Oele zu extrahiren, anstatt abzupressen. Man benutzt hierzu entweder nach E. Deiß's Vorschlag Schwefelkohlenstoff, oder nach H. Hirzel's Vorschlag ein gut gereinigtes, leichtflüchtiges Petroleumbenzin, wie solches aus dem pennsylvanischen Petroleum abgeschieden werden kann. Die Extraction mit Schwefelkohlenstoff ist bereits in größerem Maaßstabe zur praktischen Ausführung gekommen und wenn auch dabei noch mancherlei Schwierigkeiten und Uebelstände zu überwinden sein werden, so ist sie jedenfalls beachtungswerth und ihre Ausführbarkeit ist eine erwiesene Thatsache. Die Extraction mit Petroleumbenzin hat das Stadium des Versuches noch nicht überschritten, gleicht in der Art der Ausführung der Schwefelkohlenstoffextraction, gewährt aber den Vorzug, daß man es

mit einem nur schwach und nicht unangenehm riechenden, weniger gefährlichen und expansiven Material zu thun hat. Das Petroleumbenzin hat jedoch in neuerer Zeit so manche Verwendung, namentlich auch als Leuchtstoff (Ligroine s. S. 265) gefunden, daß sein Preis bedeutend höher ist, als der des Schwefelkohlenstoffs und die unvermeidlichen Verluste an dem Extractionsmaterial jedenfalls den Produktionspreis des Oeles etwas erhöhen. Wir behalten uns vor in einem späteren Jahrgange unseres Jahrbuches auf diesen Gegenstand zurückzukommen, indem zu erwarten ist, daß die nächstfolgende Zeit bestimmtere Angaben ermöglichen werde.

Aus den Untersuchungen, welche Cloëz über das Verhalten verschiedener fetter Oele an der Luft angestellt hat, heben wir besonders hervor, daß das Gewicht dieser Oele, nachdem dieselben 18 Monate der Luft ausgesetzt waren, um ungefähr 7 Proc. zugenommen hat und daß die Oele bei längerer Berührung mit Luft etwas Kohlenstoff (größtentheils als Kohlensäure) und Wasserstoff (größtentheils als Wasser) abgeben, dafür aber eine bedeutende Menge (13—14 Proc.) Sauerstoff aufnehmen. Auch hat Cloëz gefunden, daß sich die Oele bei gewöhnlichem Licht am schnellsten, bei farbigem Licht (unter Kästen von farbigen Glastafeln) langsamer und in der Dunkelheit am langsamsten zu oxydiren beginnen, daß aber die rasch begonnene Oxydation langsamer fortschreitet und gewöhnlich nicht so weit geht, wie die Oxydation, die nicht so rapid begonnen hat und dann gewöhnlich, indem sie sich schneller steigert, die rascher eingetretene Oxydation überholt. Die Wärme beschleunigt sowohl den Beginn der Oxydation, als auch den rascheren Verlauf derselben und befördert in Folge dessen das Eintrocknen der trocknenden Oele. Außerdem kann man die Oxydation eines Oeles ohne Erhitzung desselben sehr beschleunigen, indem man ihm eine kleine Menge desselben, vorher durch Einwirkung der Luft verdickten Oeles zusetzt; die chemische Action wird dann von dem verdickten Oel auf das unverdickte gleichsam übertragen. Cloëz glaubt, daß man von dieser Thatsache in der Praxis mit Vortheil werde Gebrauch machen können, um ohne anderen Zusatz ein ungefärbtes leicht trocknendes Oel (Firniß) zu gewinnen.

J. Nicklès hat auf eine Reaction, welche zur Unterscheidung verschiedener fetter Oele benutzt werden kann, aufmerksam gemacht. Veranlassung hierzu wurde der Umstand, daß gegenwärtig aus Südfrankreich sogenanntes Aprikosenoel (von Aprikosenkernen?) für billigen Preis in den Handel kömmt und anstatt des fetten süßen Mandelöles verkauft, oder wenigstens zur Verfälschung des letzteren benutzt wird. Rührt man nämlich trockenes Kalkhydrat (mit wenig Wasser zu Pulver gelöschten Kalk) mit Aprikosenöl zusammen, so verbinden sich beide Körper schon in der Kälte zu einer Emulsion, die nach und nach eine salbenartige Consistenz annimmt; beim Erwärmen des mit dem Kalkhydrat behandelten Aprikosenöls auf 100°C. löst sich die salbenartige Substanz klar in dem überschüssigen Oel oder schmilzt und nur überschüssiges Kalkhydrat, wenn solches vorhanden ist, bleibt ungelöst und kann durch Filtration des erwärmten Oeles abgeschieden werden. Die abfiltrirte Substanz erstarrt beim Erkalten oder wenn überschüssiges Oel zugegen ist, so bildet sich in diesem beim Erkalten eine mehr oder weniger starke weiße, charakteristische Trübung. Reines Mandelöl bildet mit Kalkhydrat keine Emulsion und läßt sich nach dem Erhitzen auf 100° vom Kalk abfiltriren ohne daß sich beim Erkalten die Trübung bildet. Enthält aber das Mandelöl nur 1 Proc. von Aprikosenöl (wenn es verfälscht worden so enthält es immer bedeutend mehr) so tritt die genannte Reaction ein. Man verfährt zur Ausführung dieser Prüfung am besten folgendermaßen: Etwa 10 Gramme des zu prüfenden Oeles werden mit etwa 1½ Grammen trockenem Kalkhydrat versetzt und geschüttelt, hierauf im Wasserbade auf 100°C erhitzt und heiß filtrirt. Trübt sich das filtrirte Oel beim Erkalten, so war es verfälscht.

Ebenso wie Mandelöl, bilden auch das Rapsöl und Olivenöl mit Kalkhydrat keine Emulsion; die meisten anderen Pflanzenöle verhalten sich dagegen dem Aprikosenöl analog. Bemerkenswerth ist noch, daß sowohl das frische, als das mit Kalkhydrat behandelte Aprikosenöl eine grüne Farbe annimmt, wenn man einen Tropfen davon 24 Stunden lang auf einem Messingblech liegen läßt. Das Mandelöl dagegen färbt sich nur im frischen Zustande auf dem Messing grün; war es

aber mit Kalkhydrat behandelt worden, so kann ein Tropfen davon selbst Wochen lang auf dem Messing liegen, ohne die geringste Veränderung zu erleiden. Nichtsdestoweniger darf man das Mandelöl nach Niclès in der Uhrmacherei nicht benutzen; denn selbst wenn es mit Kalkhydrat behandelt worden war, so wird es doch nach einiger Zeit dick, wie denn überhaupt die Behandlung der Oele mit Kalkhydrat, dieselben zum Ranzigwerden prädisponirt.

Auch über eine in den Fetten enthaltene Säure, nämlich die Oelsäure liegen einige interessante neue Beobachtungen von Bolley vor, aus welchen hervorgeht, daß sich die Oelsäure in einem Wasserdampfstrome von 250°C. unzersetzt destilliren läßt, dagegen bei der Destillation in höherer Temperatur z. B. bei 300°C. sich fast vollständig zu verschiedenen Produkten zersetzt. Die bei 250°C. destillirte Oelsäure ist farblos, wasserklar, geruchlos, etwas dickflüssig und verhält sich überhaupt ganz wie eine sehr reine Oelsäure. Von der gewöhnlichen, jedenfalls weniger reinen Oelsäure unterscheidet sie sich nur dadurch, daß sie sich an der Luft nicht oder nur äußerst langsam verändert.

Ueber die Verwendung der Fette zur Seifen- und Stearinsäurefabrikation haben wir bereits im vorigen Jahrg. unseres Jahrbuches (s. S. 329 f. f.) einige Mittheilungen gemacht und dazu blos nachzutragen, daß von Pelouze das Schwefelnatrium, anstatt Aetznatrons zur Verseifung empfohlen wurde. Zu diesem Behufe werden die Fette in ganz gleicher Weise mit einer Lösung von Schwefelnatrium behandelt, wie bei der gewöhnlichen Methode mit Natronlauge. Die Seifenbildung mit Schwefelnatriumlösung erfolgt sehr rasch und unter Schwefelwasserstoffgasentwicklung, welches wegen seines abscheulichen Geruchs nach faulen Eiern und wegen seiner Giftigkeit unschädlich gemacht werden muß, was am nutzbringendsten geschehen könnte, wenn man es verbrennen und die bei seiner Verbrennung entstehende schweflige Säure zur Fabrikation von Schwefelsäure benutzen würde. Es könnte also möglicher Weise diese neue Methode der Seifenfabrikation für sehr große Etablissements ausführbar sein; für kleinere Fabriken ist sie durchaus verwerflich und überdieß soll auch nach Dullo die mit Schwefelnatrium berei-

tete Seife einen üblen Geruch beibehalten, der sich nicht beseitigen läßt.

Eine große Bedeutung als Rohmaterial zur Seifenfabrikation hat in neuerer Zeit das Palmoel gewonnen. Dieses besitzt bekanntlich im rohen Zustande eine sehr intensiv dunkel rothgelbe Farbe, welche sich bei der Seifebereitung erhält, so daß auch die aus dem rohen Palmoel dargestellte Seife schmutzig und unschön gelb gefärbt erscheint. Zur Beseitigung dieses Uebelstandes wird das Palmoel gebleicht. Das Bleichen des Palmoels kann auf verschiedene Weise ausgeführt werden. Entweder erhitzt man das Palmoel in einem geräumigen Kessel, der nur bis zu $^2/_3$ seines Inhaltes damit gefüllt ist, durch ein lebhaftes Feuer rasch auf 210° —220° C. und erhält es, ohne umzurühren etwa $^1/_2$ Stunde lang auf dieser Temperatur, wobei der gelbe Farbstoff total zerstört (verkohlt) wird und man ein durch beigemischte Kohlentheilchen grauweiß gefärbtes Fett erhält, welches eine der Talgseife ähnliche schöne weiße Seife liefert; oder man unterwirft es der sogenannten chemischen Bleichung welche nach Engelhardt in folgender Weise ausgeführt wird. Das zu bleichende Palmoel wird zunächst am besten Abends in einem Kessel auf 62—65°C. erwärmt, hierauf über Nacht der Ruhe überlassen, so daß es sich auf 40°C. abkühlt; man zieht es nun klar in ein Faß ab und versetzt je 20 Centr. davon mit einer Auflösung von 30 Thl. rothem Chromsalz (doppelt chromsaurem Kali) in 90 Pfd. siedendem Wasser, zu der man vor dem Eingießen in das Oel 120 Pfund Salzsäure gemischt hat. Während des Eingießens dieser Mischung von chromsaurem Kali und Salzsäure rührt man beständig um und setzt das Umrühren 5—10 Minuten fort, in welcher Zeit die Bleichung vollendet ist. Durch das aus der Mischung des chromsauren Kalis und der Salzsäure frei werdende Chlor, wird der Farbstoff des Palmoels in kurzer Zeit vollständig zerstört und man hat nur nöthig das so behandelte Palmoel durch wiederholtes Waschen mit heißem Wasser von allen anhaftenden Salz= und Säuretheilen zu befreien um es vollständig weiß und zur Fabrikation einer schönen weißen Seife geeignet zu erhalten.

Die Fette sind bekanntlich Glyceride (s. Jahrg. I des

Jahrbuchs S. 328) und bei ihrer Verseifung mit Alkalien scheidet sich neben der Seife, das Glycerin $C_3H_8O_3$ ab. Das Glycerin ist schon seit Jahren ein wichtiges Handelsprodukt und hat eine Menge von mehr oder weniger wichtigen Anwendungen gefunden, die es namentlich seiner Eigenschaft verdankt in der Luft nie einzutrocknen, also immer flüßig zu bleiben, sich mit Wasser in jedem Verhältniß mischen zu lassen, manche Körper mit Leichtigkeit aufzulösen und selbst in größter Winterkälte nicht zu gefrieren. Man braucht daher das Glycerin als Mittel zum Geschmeidigmachen der Haut, des Leders rc., zum Weicherhalten des Modellirthons als Zusatz zu gewissen Stempelfarben, die nicht rasch trocknen sollen, zum Auflösen mancher Farbstoffe, zum Füllen der Gasuhren, um das Einfrieren derselben zu verhüten rc. rc.

Das gewöhnliche käufliche Glycerin ist meist ziemlich unrein, gelb und übelriechend. Um es zu reinigen verdünnt man es mit Wasser, schüttelt es längere Zeit mit guter Thierkohle, filtrirt es und dampft die abfiltrite Lösung von Glycerin auf dem Wasserbade bis zur gewünschten Concentration ein. Oder man kocht das mit seinem gleichen Volumen Wasser verdünnte käufliche Glycerin circa 48 Stunden lang mit etwas fein zerriebenem Bleioxyd, filtrirt, fällt aus dem Filtrat durch Schwefelwasserstoffgas alles in Auflösung gegangene Blei als Schwefelblei, filtrirt wieder und dampft die vom Schwefelblei abgelaufene wässrige Glycerinlösung auf dem Wasserbade zur Syrupdicke ein. Reines Glycerin muß syrupdick sein, darf höchstens eine hell bernsteingelbe Farbe haben, darf auf Pflanzenpapiere nicht reagiren, muß geruchlos sein und sich in seinem gleichen Volumen von mit $^1/_{100}$ Schwefelsäure vermischtem Alkohol klar auflösen und selbst nach 12stündigem Stehen keinen Bodensatz (von Kalk herrührend) bilden. Auch in seinem doppelten Volumen einer Mischung von 1 Thl. Aether und 2 Thln. Alkohol muß es sich klar lösen, was nicht der Fall ist, wenn es mit einer größeren Menge von Zucker= oder Stärkesyrup verfälscht war. Beim Kochen mit verdünter Kalilauge muß das Glycerin farblos bleiben (ein syruphaltiges färbt sich braun) und beim Erhitzen einer Probe auf reinem Platinblech muß es sich ohne Rückstand verflüchtigen und verbrennen lassen. Den

Wassergehalt des Glycerins erkennt man aus dem specifischen Gewichte desselben, wie aus folgender Tabelle von Fabian hervorgeht, wobei zugleich die Aräometergrade nach Baumé und Beck, so wie die Gefrierpunkte dieser Mischungen mit angegeben sind.

Spec. Gew.	Grade nach Beck	Grade nach Baumé	Gewichtsprocente an Glycerin	Gefrierpunkt nach Réaumur
1,024	4	3,5	10	—1°R
1,049	8	7	20	—2°R
1,075	12	10	30	—5°R
1,104	16	14	40	—14°R
1,118	18	15,5	45	—21°R
1,127	19	17	50	—25—27°R
1,156	23	20	60	Bei — 28°R noch nicht gefrierend
1,179	26	22	70	
1,205	29	25	80	
1,232	32	28	90	
1,241	33	29	94	

Die Angabe des Gefrierpunktes von wasserhaltigem Glycerin ist wichtig wegen der schon angedeuteten Benutzung desselben zum Füllen der Gasuhren. Bei den in Deutschland herrschenden Temperaturverhältnissen genügt ein Glycerin von 16°—18° Baumé zu diesem Zwecke schon vollkommen und man hat dann ein Einfrieren der Gasuhr nicht zu befürchten. In neuerer Zeit hat man jedoch die Beobachtung gemacht, daß das Glycerin zuweilen die inneren Metalltheile der Gasuhr angreift und nach und nach zerstört; da diese Wirkung nicht vom Glycerin, sondern einestheils von Verunreinigungen des Glycerins, anderntheils von den im Leuchtgase vorkommenden Schwefelverbindungen, welche vom Glycerin wahrscheinlich zurückgehalten werden, herrührt, so ergiebt sich, daß man zu den Gasuhren ein möglichst reines Glycerin anwenden und daß das Gas sorgfältig gereinigt werden muß.

Auch zur Darstellung verschiedener chemischer Produkte, dient das Glycerin, so namentlich zur Darstellung des bereits im vorigen Jahrgange (s. S. 348) erwähnten Nitro=Gly=

cerins oder Nobel'schen Sprengoels. In der jüngst verflossenen Zeit ist dieses durch seine außerordentliche Kraft ausgezeichnete Sprengmittel immer allgemeiner zur Anwendung gekommen und selbst die fürchterlichen Explosionen, welche einige Partien von Sprengoel in Amerika veranlaßt haben, werden dieses Produkt nicht vom Markte verdrängen, sondern nur dazu dienen, die Beobachtung der größten Vorsicht bei dessen Transport, Aufbewahrung und Gebrauch zu veranlassen. Nobel selbst hat empfohlen, das Sprengoel dadurch für den Transport ungefährlich zu machen, daß man es in der möglichst geringen Menge von Holzgeist löst, der vorher durch Rectification über gebranntem Kalk entwässert worden ist. Eine solche Lösung explodirt unter keinen Umständen, wenn sie nicht durch Verdunstung aus schlecht geschlossenen Gefäßen den Holzgeist verliert und doch kann man aus der Lösung sofort wieder das reine Nitroglycerin mit allen seinen explodirenden Eigenschaften abscheiden, wenn man dieselbe mit Wasser versetzt, welches ihr den Holzgeist entzieht. Auch das Versetzen des Sprengöls mit einer kleinen Menge von gebrannter Magnesia ist empfohlen worden, indem dadurch namentlich die freiwillige Zersetzung und Explosion dieses Körpers verhindert werden soll, ohne daß die beigemischte Magnesia die Verwendung des Sprengöles hindert.

Ferner hat die schöne Entdeckung Berthelot's, daß durch die Einwirkung von Glycerin auf krystallisirte Oxalsäure in höherer Temperatur, letztere zu Kohlensäure und Ameisensäure zerlegt wird, ohne daß sich das Glycerin selbst verändert und daß man auf diese Weise leicht Ameisensäure in größerer Menge darstellen kann, zu einer zweckmäßigen Darstellungsmethode der genannten Säure für technische Zwecke geführt. Nach Lorin soll man nämlich 4 Thle. wasserfreies oder käufliches Glycerin mit 1 Thl. gewöhnlicher krystallisirter Oxalsäure versetzen, und diese Mischung erst auf 75°, später auf 90° C. erwärmen, wobei sich viel Kohlensäuregas entwickelt und anfangs nur eine verdünnte Ameisensäure destillirt. Sowie aber die Kohlensäureentwickelung aufhört (d. h. das Schäumen der Flüssigkeit nachläßt) soll man wieder 1 Thl. Oxalsäure zusetzen und forterhitzen, wobei schon eine stärkere Ameisensäure übergeht.

Ist die Kohlensäureentwickelung abermals vorüber, so setzt man zum dritten Male 1 Thl. Oxalsäure zu und erhält jetzt bei fortgesetztem Erhitzen eine Ameisensäure von 56 Proc. Säuregehalt. Man hat nun nur nöthig nach jedesmaligem Aufhören der Kohlensäureentwickelung wieder 1 Thl. Oxalsäure zu dem Glycerin, welches sich in einem Destillationsapparate befindet zu setzen und ununterbrochen auf 90—100° C. zu erhitzen, so kann man mit ein und derselben Menge von Glycerin jedes beliebige Quantum von Ameisensäure darstellen und gewinnt dabei aus je einem Pfunde krystallisirter Oxalsäure, durchschnittlich 20 Loth 56 procentige Ameisensäure. Den lieblich riechenden zur Darstellung von Rumessenz dienenden Ameisenäther (ameisensaures Aethyloxyd) erhält man nach Lorin, indem man 4 Thle. concentrirtes Glycerin mit 1 Thl. Oxalsäure und 1 Thl. Weingeist versetzt und erhitzt und die entweichenden Dämpfe so lange in die Retorte zurückleitet, bis die Kohlensäureentwickelung aufhört, d. h. bis alle Oxalsäure zerfetzt ist. Nun erst destillirt man den gebildeten Ameisenäther ab und reinigt ihn auf die gewöhnliche Weise durch Schütteln mit einer concentrirten Lösung von kohlensaurem Natron, unter Zusatz von Kochsalz und durch nachherige Rectification.

Den Fetten nahe verwandt sind die Wachsarten. Sehr häufigen Verfälschungen ist das Bienenwachs ausgesetzt, wobei man zur Verfälschung gegenwärtig hauptsächlich das Paraffin benutzt. Zur Prüfung des Bienenwachses auf Paraffin sind bereits verschiedene Methoden empfohlen, von welchen die in neuester Zeit von Liès-Bordat bekannt gemachte, dem Zwecke besonders zu entsprechen scheint. 5 Gramme des zu untersuchenden Wachses werden nach Liès-Bordat in 50 Cubik-Centimeter Amylalkohol aufgelöst, indem man beide Substanzen im Wasserbade auf 100° C zusammen erhitzt. Gleichzeitig erhitzt man auch 100 Cub. Cent. rauchende, vorher mit ihrem halben Volumen Wasser verdünnte Schwefelsäure auf 100° C., setzt die Säure zu dem im heißen Amylalkohol gelösten Wachs, erhitzt so lange auf 100° fort, bis jede Blasenbildung gänzlich aufgehört hat und läßt dann erkalten, wobei die Masse zu einem Kuchen erstarrt. Diesen Kuchen erhitzt man nun abermals im Wasserbade mit

einer Mischung von 50 Cub. Cent. englischer und 25 Cub. Cent. Nordhäuser (rauchender) Schwefelsäure ungefähr 2 Stunden lang oder überhaupt so lange, bis sich selbst beim Umrühren mit einem Glasstabe nicht die kleinste Gasblase mehr entwickelt, wodurch mit Ausnahme des vorhandenen Paraffins Alles verkohlt wird. Der nach dem Erkalten gewonnene kohlige Kuchen wird ausgepreßt und bei 100° in 50 Cub. Cent. Amylalkohol gelöst, dann auf ein Filter gebracht, welches sich in einem Glastrichter befindet, der mit einem mit kochendem Wasser gefüllten Mantel von Weißblech umgeben ist (damit die Lösung während des Filtrirens nicht erstarrt) und der kohlige Rückstand auf dem Filter zweimal mit 50 Cub. Cent. heißem Amylalkohol ausgesüßt, so daß im Ganzen 150 Cub. Cent. Filtrat erhalten werden. Dieses wird endlich wieder auf 100° erhitzt, mit 70 Cub. Cent. englischer Schwefelsäure versetzt, noch 10 Minuten auf 100°C. erhalten und zum Erkalten hingestellt, wobei sich ein Kuchen von unreinem Paraffin abscheidet, welches dann durch Umkrystallisiren aus leicht flüchtigem Benzin gereinigt und dem Gewichte nach bestimmt werden kann. Liès-Bordat verspricht zugleich genauere Mitheilung über einige bei der Einwirkung des Amylalkohols und der Schwefelsäure auf das Wachs entstehende, sehr interessante neue Verbindungen, welche wie er hofft wesentlich zur Erweiterung unserer Kenntnisse über die Bestandtheile des Wachses und deren Zusammensetzung beitragen werden.

Organische Basen und verwandte oder daraus darstellbare Produkte.

Natürliche organische Basen oder Alkaloïde.

Ueber diese Körper, welche hauptsächlich als eigenthümliche Bestandtheile gewisser Pflanzen oder Pflanzentheile gefunden werden, sind in jüngster Zeit zwar manche vereinzelte Mittheilungen gemacht worden, die jedoch meist nur den Chemiker von Fach interessiren können. Von allgemeinerem Interesse dürften die folgenden Notizen sein:

Cocaïn = $C_{17} H_{21} N O_4$. In Peru und anderen Ländern Südamerikas werden die Blätter von Erythroxylon

coca Lam., die unter dem Namen Cocablätter bekannt sind, von den dortigen Einwohnern mit etwas ungelöschtem Kalk oder Asche vermischt und gekaut und üben hierbei eine schwach narkotische Wirkung aus. Der wirksame Bestandtheil dieser Blätter ist nun nach A. Niemann das Cocaïn, eine organische Basis welche von Lossen genauer untersucht wurde, was insofern schwierig war, als man aus 1 Pfd. der Blätter höchstens 1 Gramm Cocaïn erhält. Das reine Cocaïn krystallisirt leicht in 4—6 seitigen Prismen, ist farb- und geruchlos, und bildet meist krystallisirbare in Weingeist lösliche Salze, welche wie das reine Cocaïn bitter schmecken und auf der Zunge ein vorübergehendes Gefühl von Betäubung an der berührten Stelle hervorbringen. Das reine Cocaïn ist in Wasser kaum, leichter in Weingeist, sehr leicht in Aether löslich. Beim Erwärmen mit starker Salzsäure zerfällt es zu Methylalkohol (Holzgeist), Benzoësäure und einem neuen krystallisirbaren Körper, dem Ekgonin $= C_9\ H_{15}\ NO_6 + H_2\ O$.

Caffeïn, Theïn $= C_8\ H_{10}\ N_4\ O_2 + H_2 O$. Diese schwach narkotisch wirkende Substanz ist der wirksame Bestandtheil verschiedener wichtiger Genußmittel, namentlich der Kaffeebohne, des chinesischen Thees, Paraguaythees und der Guarana. Das reine Caffeïn krystallisirt in langen seidenglänzenden Haaren, ist geruchlos, schmeckt schwach bitter, schmilzt bei 178° und beginnt bei circa 200° unzersetzt zu sublimiren; es löst sich in 98 Thl. kaltem Wasser, in 158 Thln. Alkohol, in 298 Thln. Aether, sowie auch in Benzin und kann, wie durch sehr interessante Untersuchungen von Strecker bewiesen worden ist, auch künstlich aus dem im Cacao enthaltenen Theobromin $= C_7\ H_8\ N_4\ O_2$ dargestellt werden, woraus ein naher Zusammenhang dieser beiden, in zwei der beliebtesten Genußmittel vorkommenden Substanzen erhellt. Das Caffeïn zeichnet sich nach Schwarzenbach besonders dadurch aus, daß es beim Verdampfen mit Chlorwasser einen rothen, beim Erhitzen gelb, durch Ammoniak aber wieder roth werdenden Fleck hinterläßt. Man kann durch diese Reaction selbst noch das in einer einzigen Kaffeebohne enthaltene Caffeïn deutlich nachweisen. Beim Behandeln mit Barytwasser geht das Caffeïn in eine neue Basis,

nämlich in das Caffeïdin = $C_7 H_2 N_4 O$ über. Die Kaffeebohnen enthalten 0,5—1 Proc.; die Theesorten im Minimum 1 Proc. im Maximum 2,5 Proc., Ziegelthee 3,5 Proc. Caffeïn, überhaupt sind die schlechteren Theesorten des Handels reicher am Caffeïn, als die besseren. Im Paraguaythee, welcher als Yerba Maté in den La-Plata-Staaten, Paraguay und dem südlichen Brasilien anstatt des chinesischen Thees benutzt wird und aus den grob gepulverten Blättern und Stengeln meherer Arten Ilex (Ilex paraguayensis, Ilex theezans) besteht, hat Stahlschmidt einen Gehalt von 0,44 Proc. Caffeïn gefunden und die Guarana Brasiliens, welche aus den Früchten der Paullinia sorbilis Mart. abgeschieden wird, enthält 5,07 Proc. Caffeïn.

In neuester Zeit macht eine von Justus v. Liebig bekannt gemachte Methode der Zubereitung des Kaffees als Getränk, allgemeines Aufsehen. Wir lassen das Wesentlichste hierüber folgen: Für alle Methoden der Kaffeebereitung ist es zunächst erforderlich, die Kaffeebohnen mit der Hand zu sortiren; man findet darunter häufig fremde Dinge, Splitter, Holz, Vogelfedern, in der Regel eine Anzahl ganz schwarzer verschimmelter Bohnen, die man sorgfältig aussondern muß. Kaffeebohnen von dunkler oder dunkelgrüner Farbe sind meistens gefärbt; es ist bei diesen nothwendig, die Farbe mit etwas Wasser abzuwaschen und die Bohnen mit einem warmen Leinentuche abzutrocknen; bei den hellen Sorten ist dieses Waschen unnöthig (?). Die nächste Operation, welche man vorzunehmen hat, ist das Rösten. Von der Röstung hängt die gute Beschaffenheit des Kaffee's ab; die Bohnen sollten eigentlich nur bis zu dem Punkte geröstet werden, wo sie ihre hornähnliche Beschaffenheit verloren haben, so daß man sie auf einer gut geschärften Kaffeemühle mahlen, oder, wie im Orient geschieht, in einem hölzernen Mörser zu einem feinen Pulver zerstoßen oder zerreiben kann. Man muß alle Sorgfalt darauf richten, das flüchtige Caffeïn in den Bohnen zu erhalten und daher den Kaffee langsam rösten, bis er eine hellbraune Farbe angenommen hat. In den dunkelbraunen gerösteten Bohnen ist kein Caffeïn mehr; sind die Bohnen schwarz, so sind ihre Hauptbestandtheile völlig

zerstört und das Getränk, welches man daraus bereitet, verdient den Namen Kaffee nicht mehr.

Die gerösteten Bohnen verlieren mit jedem Tage der Aufbewahrung an ihrem aromatischen Geruche, in Folge der Einwirkung der Luft, welche die durch das Rösten porös gewordenen Bohnen leicht durchdringt. Diese schädliche Veränderung kann zweckmäßig verhütet werden, wenn man am Ende der Röstung, ehe die Bohnen aus dem noch sehr heißen Röstgefäße herausgenommen werden, dieselben mit Zucker bestreut; auf 1 Pfd. Kaffeebohnen genügt 1 Loth Zucker. Der Zucker schmilzt sogleich und durch starkes Umschütteln und Umrühren verbreitet er sich auf alle Bohnen und überzieht sie mit einer dünnen, aber für die Luft undurchdringlichen Schicht Caramel; sie sehen alsdann glänzend aus, wie mit einem Firniß überzogen und verlieren hierdurch beinahe ganz ihren Geruch, der natürlich beim Mahlen wieder auf das stärkste zum Vorschein kommt. In Wien und in den böhmischen Bädern, wo man die Kaffeebereitung trefflich versteht, wird der Bedarf an Bohnen täglich geröstet und zwar in einer offenen eisernen Pfanne (Eierkuchenpfanne), wobei man beßer als in geschlossenen Gefäßen (den Kaffeetrommeln) den Grad der Röstung überwachen kann. Nach dieser Operation schüttet man die Bohnen aus dem Gefäß, in welchem sie geröstet worden sind, auf ein Eisenblech und breitet sie in eine dünne Schicht aus, so daß sie rasch erkalten. Läßt man sie im heißen Zustande zusammengehäuft liegen, so erhitzen sie sich durch Einwirkung der Luft, fangen an zu schwitzen und wenn die Masse groß ist, so steigt das Erhitzen, bis zum vollständigen Entzünden. Die gerösteten Bohnen müssen an einem trockenen Orte aufbewahrt werden, da der Zucker, mit welchem sie überzogen sind, leicht Feuchtigkeit anzieht. Beim Rösten bis zur hellkastanienbraunen Farbe verlieren die Bohnen 15—16 Procent und der aus diesen Bohnen durch siedendes Wasser darstellbare Extract beträgt 20—21 Proc. vom Gewichte der rohen Bohnen. Der Gewichtsverlust ist sehr viel größer, wenn die Röstung weiter, bis zur dunkelbraunen oder schwarzen Farbe der Bohnen fortgesetzt wird. Während die Bohnen an Gewicht verlieren, nimmt ihr Volumen durch Aufschwellen zu. 100 Volumen roher Bohnen geben nach dem

Rösten 150—160 Volume gerösteter. Ueber die Kaffeebereitung selbst äußert sich nun Liebig folgendermaaßen: Bei der Bereitung des Kaffee's behält man sein gewohntes Verhältniß von Wasser und geröstetem Kaffee bei; ein kleines Blechgefäß, welches 1 Lth. roher Bohnen faßt, mit gerösteten Bohnen angefüllt, giebt ein Maaß ab für zwei sogenannte kleine Tassen Kaffee von mäßiger Stärke. Die gerösteten Bohnen werden erst vor der Bereitung des Getränkes gemahlen; gröblich-feines Pulver ist dem staubartig-feinen vorzuziehen. Gemahlenen Kaffee im Vorrath zu halten, ist entschieden nachtheilig. Man bringt das Wasser mit 3/4 des Kaffeepulvers, welches man zur Bereitung verwenden will, zum Sieden und läßt diese Mischung volle 10 Minuten kochen. Nach dieser Zeit wird das zurückgehaltene Viertheil Kaffepulver eingetragen und das Kochgeschirr sogleich vom Feuer entfernt; es wird bedeckt und 5—10 Minuten lang stehen gelassen. Beim Umrühren setzt sich alsdann das auf der Oberfläche schwimmende Pulver leicht zu Boden und der Kaffee ist jetzt, vom Pulver abgegossen zum Genusse fertig. Das Abseihen durch ein Tuch ist nicht gerade nöthig und für den reinen Geschmack oft nachtheilig.

Das fertige Getränk soll eine braune (nicht schwarze) Farbe haben; es ist immer trübe, wie eine mit Wasser verdünnte Chocolade. Die trübe Beschaffenheit des nach dieser Methode bereiteten Kaffees kommt nicht vom aufgeschlämmten Kaffeepulver, sondern von einem eigenthümlichen butterartigen Fette her, wovon die Bohnen etwa 12 Proc. enthalten und welches durch starkes Rösten zum Theil zerstört wird. Ein geringer Zusatz von Hausenblase oder der Haut eines Seefisches fällt das Kaffeepulver sehr rasch und klärt den Kaffee. Bei der gewöhnlichen Bereitung des Kaffees bleibt häufig mehr als die Hälfte der löslichen Theile der Bohnen im Kaffeesatz zurück. —

Solanin = $C_{43}H_{70}NO_{16}$. Die als Nahrungsmittel so allgemein beliebte Kartoffel, deren Genuß durchaus unbedenklich ist, bildet in ihren frischen, nicht zu lang entwickelten Trieben oder Keimen, bekanntlich das giftige Solanin, welches in weißen, zarten seidenglänzenden Nadeln krystallisirt, sich leicht in heißem Weingeist löst, schwach bitter, etwas brennend

schmeckt, bei 235° schmilzt, durch stärkere Hitze zerstört wird und beim Kochen mit verdünnter Salzsäure zu Traubenzucker und einer neuen, durch Ammoniak fällbaren Basis, dem Solanidin = $C_{25}H_{40}NO$, zersetzt wird, welches leicht in langen farblosen Nadeln krystallisirt, bitter schmeckt und bei etwas über 200° C. fast unzersetzt sublimirt. Bei der Behandlung des Solins mit concentrirter Salzsäure entsteht außer dem Solanidin noch eine zweite krystallisirbare Basis, das Solanicin = $C_{50}H_{75}N_2O$.

Lycin = $C_5H_{11}NO_2$. Die unter dem Namen Teufelszwirn allbekannte Schlingpflanze Lycium barbareum L. enthält nach Husemann und Marmé namentlich in ihren Blättern eine eigenthümliche Pflanzenbasis, das Lycin, welches als weiße, strahlig krystallinische, leicht zerfließliche, in Wasser in jedem Verhältnisse lösliche Masse, von scharfem Geschmack abscheidbar ist, in größeren Dosen vorübergehende Lähmungen bewirkt, bei 150° schmilzt und sich in höherer Temperatur zersetzt.

Curarin = $C_{10}H_{15}N$ (?) wird der wirksame Bestandtheil des unter dem Namen Curare bekannten äußerst heftigen Giftes genannt, welches die Indianer Süd-Amerikas aus dem Safte verschiedener Pflanzen brauen und zur Vergiftung der Spitzen ihrer Pfeile benutzen. Das Curarin gleicht sehr dem Strychnin und ist früher mit diesem verwechselt worden, es krystallisirt in farblosen, vierseitigen Prismen, besitzt einen lange anhaltenden, sehr bitteren Geschmack, färbt sich mit concentrirter Schwefelsäure prächtig blau und löst sich in Wasser und Weingeist in jedem Verhältniß, dagegen nicht in Aether und Schwefelkohlenstoff.

Physostigmin = (?) nennt man den äußerst giftigen Bestandtheil der Calabar-Bohne, oder Gottesurtheils-Bohne, Ordeal bean, das ist der Same einer an sumpfigen Orten bei Attarpah und Old-Calabar (Ober-Guinea) wachsenden giftigen Leguminose (Physostigma venenosum). Die Calabar-Bohne ist erst seit einigen Jahren als Drogue in den Handel (nach Europa) gekommen und ihr weingeistiges Extract wird in der Augenheilkunde benutzt. Sie ist groß, von schöner Form, mit einer spröden, dunkeln Haut versehen und mit weißen, mandelartig schmeckenden, aber

furchtbar giftigen Cotyledonen. Das aus diesen Cotyledonen abgeschiedene Physostigmin erscheint als bräunlichgelbes amorphes Pulver, löst sich wenig in Wasser, leicht in Weingeist, Aether, Benzol, Ammoniak und Natronlauge und seine verdünnte wäßrige Lösung bewirkt ins Auge gestrichen, eine sehr bedeutende Contraction der Pupille.

Guanin = $C_5H_5N_5O$ findet sich im Peruguano und ist nach Barreswil die glänzende Substanz der sogenannten Perleneſſenz, welche aus einer mit Ammoniak und Hausenblase versetzten Infusion des Weißfisches besteht und zur Nachahmung der Perlen benutzt wird, indem hohl geblasene Glasperlen auf der Innenseite damit überzogen werden. Beim Erwärmen mit Salzsäure und chlorsaurem Kali wird es zersetzt und geht in verschiedene Produkte, in Parabansäure, Oxalursäure, Harnstoff, Xanthin und in eine neue, stark alkalisch reagirende und ätzend schmeckende, krystallinische Basis, in das Guanidin = $C H_5 N_3$ über.

Künstliche organische Basen oder Amine.

Die Zahl der künstlich darstellbaren organischen Basen ist eine ganz außerordentlich bedeutende. Die Lehrbücher der organischen Chemie geben hierüber Aufschluß. Die meisten dieser Basen lassen sich in Betreff ihrer Construktion als entsprechend einem, zwei oder drei Molekülen Ammoniak also als H_3N, H_6N_2 oder H_9N_3 betrachten, in welchen einzelne oder alle Wasserstoffatome durch organische Radikale, namentlich Kohlenwasserstoffe substituirt sind. Diejenigen Basen, in welchen wie z. B. im Anilin (C_6H_7N s. unten) ein Molekül Ammoniak den ursprünglichen Typus darstellt, nennt man Monamine; sie sind wie das Ammoniak einwerthig. Ein solches Monamin ist z. B. das Anilin, welches sich als Phenylamin = $C_6H_5H_2N$ betrachten läßt, was beiläufig gesagt von einigen Chemikern bestritten wird. Diejenigen Basen dagegen, in welchen zwei Ammoniakmoleküle mit theilweise oder ganz substituirtem Wasserstoffe angehäuft vorkommen, für welche also H_6N_2 des Typus ist, nennt man Diamine; sie sind zweiwerthig. Dahin gehört z. B. das Aethylendiamin = $(C_2H_4)\ H_4N_2$, in welchem 1 Atom des zweiwerthigen Radikals, Aethylen (C_2H_4) an die Stelle von 2

Atomen Wasserstoff in H_6N_2 getreten ist. Diejenigen Basen, in welchen drei Ammoniakmoleküle mit theilweise oder ganz substituirtem Wasserstoff zusammen getreten sind, für welche also H_9N_3 der Typus ist, nennt man Triamine; sie sind dreiwerthig und bilden drei Reihen von Salzen. Dahin gehört z. B. der Triäthylentriamin = $(C_2H_4)_3$ H_3N_3, in welchem drei Atome des zweiwerthigen Aethylens (C_2H_4) an die Stelle von 6 Atomen Wasserstoff in H_9N_3 getreten sind; und das Triäthylentriäthyltriamin = $(C_2H_4)_3$ $(C_2H_5)_3N_3$, in welchem die drei noch vertretbaren Wasserstoffatome im Triäthylentriamin durch 3 Atome des einwerthigen Radikals Aethyl (C_2H_5) substituirt sind. A. W. Hofmann unterscheidet sogar noch eine vierte Klasse von Aminen, nämlich die Tetramine, welche vier zusammengetretenen Ammoniakmolekülen $H_{12}N_4$ entsprechen. Dahin gehört z. B. das Triäthylentetramin = $(C_2H_4)_3$ H_6N_4 in welchem 6 Atome Wasserstoff durch 3 Atome des zweiwerthigen Aethylens ersetzt sind.

Ganze Reihen von flüchtigen organischen Basen bilden sich bei der trockenen Destillation stickstoffhaltiger Körper, z. B. der Steinkohlen, thierischen Knochen etc. So hat man z. B. im Steinkohlentheer, zum Theil auch im Knochenoel (Oleum Animale Dippelii), Schiefertheer, Torftheer etc. eine Reihe von Basen aufgefunden, die man Pyridinreihe nennt und von welcher bis jetzt folgende Glieder bekannt sind:

Name	Formel	Siedepunkt	Spec. Gew.
Pyridin	C_5H_5N . .	115°C. . .	0,924
Picolin	C_6H_7N . .	134° „ . .	0,933
Lutidin	C_7H_9N . .	154° „ . .	0,945
Collidin	$C_8H_{11}N$ . .	170° „ . .	0,953
Parvoli	$C_9H_{13}N$ . .	188° „ . .	0,966
Coridinn	$C_{10}H_{15}N$ . .	211° „ . .	0,974
Rubidin	$C_{11}H_{17}N$ . .	230° „ . .	1,017
Viridin	$C_{12}H_{19}N$ . .	251° „ . .	1,024

Diese Basen sind sämmtlich farblose oder gelbliche, mehr oder weniger oelige Flüssigkeiten von eigenthümlichen Geruch. Der Pyridinreihe entsprechend zusammengesetzt, aber von anderer

Constitution ist die **Anilinreihe**, von welcher bis jetzt nur folgende Glieder bekannt sind:

Name	Formel	Siedepunkt	Spec. Gew.
Anilin	$C_6 H_7 N$	188°	1,018
Toluidin	$C_7 H_9 N$	205°	1,001
Xylidin	$C_8 H_{11}N$	214°	?
Cumidin	$C_9 H_{13}N$	225°	0,9526
Cymidin	$C_{10}H_{15}N$	250°	leichter als Wasser.

Beide Reihen von Basen gehören zu der Classe der Monamine. Von den Basen der Anilinreihe nimmt man gewöhnlich an, daß es sogenannte **Amidbasen** sind, d. h. Basen mit dem Typus Ammoniak H_3N, in welchen nur 1 Atom Wasserstoff durch ein Kohlenwasserstoff-Radikal substituirt ist. Diese Basen entstehen wie die Pyridinbasen ebenfalls als Produkte der trockenen Destillation verschiedener stickstoffhaltiger Körper, können jedoch auch künstlich auf die bereits oben (s. S. 275.) angedeutete Weise aus den Kohlenwasserstoffen der Benzolreihe gewonnen werden. Die Constitution der Basen der Pyridinreihe kennt man dagegen zur Zeit noch nicht bestimmt, vermuthet aber, daß diese Körper **Nitrilbasen** sind, d. h. Basen mit dem Typus Ammoniak H_3N, in welchem sämmtliche 3 Atome Wasserstoff entweder durch ein Atom eines einzigen dreiwerthigen oder durch drei Atome eines einwerthigen Radikals ersetzt sind. Von praktischer Bedeutung sind zur Zeit nur die zwei ersten Glieder der Anilinreihe, nämlich das **Anilin** und das **Toluidin**. Diese beiden Basen bilden für sich oder gemengt den Rohstoff für die

Anilin- und Toluidin-Farben-Industrie,

über welche wir in Nachstehendem eine möglichst übersichtliche, dem neuesten Standpunkte entsprechende Zusammenstellung in gedrängter Kürze geben wollen. Diese interessante und vielseitige Industrie zerfällt zunächst in

I. die Fabrikation des technischen Anilins oder Anilinoels und Toluidins.

II. die Fabrikation der verschiedenen Anilin- und Toluidin-Farben.

Sie hat sich bereits zu einer solchen Bedeutung entwi-

ckelt, daß die einen Fabriken nur das Anilinoel und Toluidin liefern, während die anderen aus diesen Produkten die verschiedenen Farben darstellen, so daß hiernach diese Industrie auch praktisch in diese zwei Fabrikationszweige zerfällt.

I. Fabrikation des technischen Anilins oder Anilinoels und Toluidins.

Dieser Fabrikationszweig zerfällt in drei Hauptoperationen, nämlich in:

1. die Darstellung von Benzol und Toluol aus dem leichten Steinkohlentheeroel.

2. die Umwandlung des Benzols und Toluols in Nitrobenzol und Nitrotoluol.

3. die Ueberführung oder Reduktion des Nitrobenzols und Nitrotoluols zu Anilin und Toluidin.

1. Darstellung von Benzol und Toluol aus dem leichten Steinkohlentheeroel. — Zur Fabrikation des Anilinoels, wie es zur Zeit gewöhnlich verarbeitet wird, dienen meistens Mischungen von Benzol und Toluol, wie solche aus dem flüchtigeren Theil des Steinkohlentheers, dem sogenannten leichten Steinkohlentheeroel abgeschieden werden. Nach den ausführlichen und werthvollen Mittheilungen der Gebrüder Depouilly besteht dieses leichte Theeroel in der Hauptsache aus flüssigen, neutralen Hydrocarbüren oder Kohlenwasserstoffen, nämlich Benzol, Toluol, Xylol etc. (vergl. oben S. 274) und etwas Naphtalin; außerdem enthält das leichte Theeroel auch sogenannte Phenole (Phenylsäure, Cresylsäure) in geringer Menge und Spuren von Alkaloïden (Anilin, Picolin, Chinolin etc). Um das leichte Steinkohlentheeroel zur Anilinfabrikation vorzubereiten, wird dasselbe erst durch Schütteln mit Schwefelsäure von den ihm beigemischten Alkaloïden, hierauf durch Schütteln mit Aetznatronlauge von mindestens 40° B. von den darin enthaltenen Phenolen, welche vom Natron aufgenommen werdin, gereinigt; dann wird es mit Wasser gewaschen und einer fractionirten Destillation unterworfen. Das zwischen 80° und 120° bis 130° C. übergehende Produkt wird für sich aufgefangen, gewöhnlich kurzweg „Benzol" auch Rohbenzol genannt und bildet den Rohstoff für die Darstellung

des Anilins. Allein dieses Rohbenzol ist immer noch ein Gemisch von verschiedenen Körpern; seine Zusammensetzung ist eine unregelmäßige und variirt mit der Verschiedenartigkeit der angewendeten Steinkohlen, sowie dem bei der Destillation dieser Kohlen angewendeten abweichenden Verfahren; daher werden auch die aus solchen Benzolen dargestellten Anilinsorten eine höchst wandelbare Zusammensetzung haben und hinsichtlich der Gewinnung der Farbstoffe sehr unregelmäßige Resultate geben, wie dies auch wirklich in der Praxis oft schwer empfunden wird. Nach Coupier, welcher in neuester Zeit ebenfalls einige sehr beachtungswerthe Thatsachen über diesen Gegenstand der Oeffentlichkeit übergeben hat, sind sämmtliche in den Handel kommende Benzole ein Gemisch der nachstehenden Körper in höchst wandelbaren Verhältnissen:

Ein sehr leichtes, knoblauchartig riechendes Oel von	70° C.	Siedep.
Benzol	80°— 81°C.	„
Toluol	110°—111°C.	„
Xylol	128°—130°C.	„
Cumol	151°C.	„
Cymol	175°C.	„

Außerdem enthalten sie sämmtlich, wie auch die Gebrüder Depouilly angegeben haben, größere oder geringere Mengen von Naphtalin und anderen festen Kohlenwasserstoffen, welche in Folge ihrer großen Löslichkeit in den Leichtoelen bei der Destillation mit übergerissen worden sind. Benzol und Toluol sind aber die zwei vorherrschenden Bestandtheile. Obgleich die Siedepunkte der aufgeführten Kohlenwasserstoffe ziemlich weit von einander entfernt liegen, so gehören dieselben doch einer und derselben Familie an; sie haben ähnliche Zusammensetzung (s. oben S. 274.) und ihre Dichtigkeiten weichen nur sehr wenig von einander ab. In Folge dessen ist die Kraft, durch welche sie in einander aufgelöst erhalten werden, sehr groß und es ist auch nicht möglich, sie mittelst fractionirter Destillationen in den gewöhnlichen Apparaten vollständig von einander zu trennen. Bevor wir auf einige, die Trennung dieser Körper bezweckende Verbesserungen und Erfindungen eingehen, wollen wir noch hervorheben, daß ge-

genwärtig das Rohbenzol gewöhnlich mit Angabe eines auf die Verhältnisse der Siedepunkte bezüglichen sogenannten Procentgehaltes und zwar meist als Benzol von 50 oder 60 Proc. oder als solches von 90 Proc. verkauft wird, das heißt, daß das käufliche Produkt einen Gehalt von 50 oder 60 oder 90 Proc. von Kohlenwasserstoffen hat, welche unter 100° C. destilliren. Nach Coupier wird das 50 procentige Rohbenzol am häufigsten zur Fabrikation von Anilin für Roth angewendet und besteht aus

50—60	Proc.	wirklichem Benzol
13—18	"	Toluol
5—6	"	Xylol

und aus einem Rest von Schweroelen, Cumol etc.

Die Fabrikation von Anilin aus dergleichen Gemischen hat sich aber als unvortheilhaft erwiesen und der wesentlichste, die Anilinfarben-Industrie berührende Fortschritt beruht darin, daß man sich gegenwärtig bemüht, anstatt der erwähnten Gemische, nur reines Benzol zur Darstellung von reinem Anilin, reines Toluol zur Darstellung von reinem Toluidin, reines Xylol zur Darstellung von reinem Xylidin zu benutzen und die so gewonnenen reinen Produkte, also das reine Anilin und das reine Toluidin dann entsprechend den Erfahrungen und den durch die theoretischen Forschungen erlangten Aufschlüssen, entweder für sich allein oder in passenden Verhältnissen mit einander gemischt zu verarbeiten. Nur derjenige, welcher sich selbst praktisch mit dieser Industrie beschäftigt hat, vermag den ganzen Werth und die hohe Bedeutung dieses Fortschrittes vollständig zu würdigen. Dieser Fortschritt ist die Grundlage zur Entwickelung einer streng rationell ausführbaren Anilinfarbenindustrie, welche an die Stelle der bisherigen unsicheren empirischen Methoden tritt, mit welchen selbst der gebildete Chemiker oft genug zu keinem günstigen Resultate zu gelangen vermochte.

Allein die Trennung von Benzol und Toluol, welche wie wir gesehen haben zur Begründung einer rationell ausführbaren Anilin-Industrie nothwendig ist, gehört zu den schwierigeren Aufgaben, namentlich wenn sie im Großen ausgeführt werden soll. Wir haben bereits oben erwähnt, daß

es nicht möglich ist das bei 80° siedende Benzol, von dem bei 110° siedenden Toluol, trotzdem daß also die Differenz der Siedepunkte beider Körper 30° beträgt, durch bloße fractionirte Destillationen, selbst wenn diese öfters wiederholt werden, vollständig von einander zu trennen; man gewinnt hierbei höchstens ein Benzol mit einem geringeren Toluolgehalte oder ein Toluol mit einem geringeren Benzolgehalte. Auch durch chemische Mittel ist eine Scheidung der beiden Substanzen nicht ausführbar. Ebenso gelangt man nach Coupier zu keinem brauchbaren Resultate, wenn man sich ähnlicher Apparate bedient, wie der zur Rectification des Spiritus gebräuchlichen, in welchen durch allmählige Abkühlung der schwerer flüchtige Bestandtheil (beim Spiritus das Wasser) verdichtet wird und nur der leichter flüchtige überdestilliren kann. Dennoch ist aber, wie die Erfahrung gelehrt hat, die sogenannte fractionirte Condensation, wie sie in den Spiritus-Rectificationsapparaten zur Anwendung kömmt, um den flüchtigeren schwerer condensirbaren Alkohol, von dem weniger flüchtigen, leichter condensirbaren Wasser und Fuseloel zu trennen, das einzige praktisch ausführbare Mittel, um das leichter condensirbare Xylol vom Toluol und dieses vom Benzol zu trennen. Nur muß man die hierzu erforderlichen sogenannten Separations-Apparate oder den Separator den bestehenden Verhältnissen entsprechend anders einrichten, als die zur Rectification des Spiritus gebräuchlichen.

Die erste Idee zu einem solchen, zur Trennung der Hydrocarbüre dienenden Separations-Apparate, gab schon in den Jahren 1848 und 1849 Mansfield, welcher zu jener Zeit die Darstellung der Steinkohlen-Kohlenwasserstoffe und ihrer Derivate ins Leben rief und auf die mannigfache Anwendbarkeit dieser Produkte aufmerksam machte.

Mansfield erhitzte nämlich das leichte Steinkohlentheeroel, um aus demselben das Benzol im reinen Zustande abzuscheiden, in einem Kessel A welcher oben in ein metallenes, in einem mit Wasser gefüllten Becken C befindliches Gefäß B ausmündet. Bei der Destillation des Theeroeles aus diesem Kessel läßt man die entweichenden Dämpfe in das Gefäß B emporsteigen. Hier condensiren sie sich anfangs

und fließen in den Kessel zurück. Allein durch die bei ihrer Condensation frei werdende Wärme erhitzt sich das im Becken C befindliche Wasser, welches nicht erneuert wird; allmählig

Fig. 12.



bis zum Sieden und von dem Augenblick an, wo es eine Temperatur von 80° C. erreicht hat, condensirt sich der Benzoldampf in B nicht mehr, sondern entweicht durch das Rohr a in den Kühler D, während das Toluol und die übrigen schwerer flüchtigen Produkte sich selbst bei 100°C. noch condensiren. Sobald also das Wasser in C zum Sieden kömmt, destillirt nur das Benzol über und wenn alles Benzol übergegangen ist, so hört die Destillation auf; doch könnte man nun in gleicher Weise auch das Toluol für sich allein gewinnen, wenn man den Siedepunkt des in C befindlichen Wassers durch Zusatz eines Salzes entsprechend erhöht, nachdem vorher das reine Benzol abdestillirt worden ist. Selbstverständlich muß hierbei das durch Verdunstung aus C entweichende Wasser durch zeitweises Nachfüllen ersetzt werden,

so daß der Flüssigkeitsspiegel in C constant bleibt. Das an dem Destillirkessel befindliche Rohr b dient nur dazu, um auch direkt destilliren zu können. Will man durch den Separator B destilliren, so muß der Hahn des Rohres b geschlossen werden, damit alle aufsteigenden Dämpfe gezwungen sind, sich in das Gefäß B zu erheben.

Im Mai 1865 beschrieb H. Vohl in Cöln einen von ihm construirten Apparat zu fractionirten Destillation bei constantem Niveau, behufs der Trennung der in den Erd- und Theroelen enthaltenen Kohlenwasserstoffe. Der Vohl'sche Apparat ist sehr zweckmäßig, beruht auf demselben Prinzipe, wie der Mansfield'sche und wird von den Herren Thiriart und Comp. in Cöln in großer Vollkommenheit angefertigt. (Eine ausführliche Beschreibung und Abbildung dieses Apparates findet sich in Dingler's Journal Bd. 177 S. 133). Auch Coupier bedient sich in seiner Fabrik zu Poissy in Frankreich eines besonderen, mit einem Separator in Verbindung stehenden Destillationsapparates und ist im Stande mittelst seines Apparates ganz reines Benzol, Toluol und Xylol darzustellen, was die Gebrüder Depouilly bestätigen. Bei dem Apparate von Coupier wird der Separator mit einer Flüssigkeit gespeist, welche man constant einige Grade unter dem Siedepunkte des der fractionirten Destillation unterworfenen Kohlenwasserstoffgemisches erhält. Rosenstiehl in Mülhausen erklärt übereinstimmend mit den Gebrüder Depouilly, daß das von Coupier dargestellte Benzol und Toluol alle Eigenschaften dieser Körper im chemisch reinen Zustande zeige; der Siedepunkt derselben sei so constant, als man es nur wünschen könne und das Benzol krystallisire in der Kälte vollständig, was jedenfalls einer der besten Beweise für seine Reinheit ist.

2. Umwandlung des Benzols und Toluols in Nitrobenzol und Nitrotoluol. — Diese geschieht im Allgemeinen indem man auf das Benzol oder Toluol oder die Gemische beider Kohlenwasserstoffe rauchende Salpetersäure oder eine Mischung von concentrirter Schwefelsäure und Salpetersäure einwirken läßt. Nach den Mittheilungen der Gebrüder Depouilly ist die, anfänglich mit Gefahr

verknüpft gewesene, fabrikmäßige Darstellung der Nitrobenzole durch die praktische Erfahrung zu einem leicht ausführbaren Prozeß geworden und die Vorsichtsmaßregeln, deren Beobachtung die Möglichkeit von Unfällen fast gänzlich beseitigt, sind gleichzeitig auch zur Erzielung guter Produkte durchaus erforderlich. In erster Reihe steht eine größtmögliche Reinheit der zu verarbeitenden Benzole, ein vollkommenes Waschen und eine mit aller Sorgfalt ausgeführte fractionirte Destillation. Wenn nämlich die zu verarbeitenden Benzole noch Phenole enthalten, so wird ihre Behandlung mit Säuren gefährlich; auch giebt die Gegenwart von Phenolen zur Bildung von schädlichen Nitroprodukten Anlaß. Vorhandenes Naphtalin giebt Nitronaphtaline, welche die Schönheit des Nitrobenzols beeinträchtigen und später, bei der Umwandlung in Anilin Alkaloïde erzeugen, die sich an der Luft verharzen. Diejenigen Hydrocarbüre endlich, welche ein höheres Aequivalent haben, als das Toluol, werden durch zu starke Säuregemische theilweise oxydirt und der in nitrirte Produkte umgewandelte Antheil giebt Alkaloïde, welche über 200°C. überdestilliren und hinsichtlich der Quantität der erzeugten Farbstoffe bis jetzt als nur wenig nützlich, in Bezug auf die Schönheit der Farben aber als entschieden schädlich sich erwiesen haben. Möglichste Reinheit der Benzole macht eine kostspielige und gefährliche, von Substanzverlust durchaus unzertrennliche Operation unnöthig, nämlich die Destillation der Nitrobenzole. Das zur Anilinfabrikation bestimmte Nitrobenzol wird nicht mehr destillirt. Eine fernere zur Vermeidung von Feuersgefahr nöthige Vorsicht besteht darin, niemals große Massen von Säuren und unangegriffenen Kohlenwasserstoffen zusammenzubringen.

Bei der Umwandlung des Benzols in Nitrobenzol befolgt man stets das Princip, nicht eher neues Benzol zur Säure zu setzen, als bis das vorher zugesetzte fast größtentheils schon in Nitrobenzol übergegangen ist. Dadurch werden Unfälle sowie zu starke Erhitzung des Gemisches verhindert. Steigert sich die Temperatur zu hoch, so entstehen bei Gegenwart von überschüssiger Säure secundäre Produkte, besonders auch Binitro- und Trinitrobenzol. Setzt man zu rauchender, in einem Kältegemisch stehender Salpetersäure langsam Benzol

hinzu und läßt das Ganze 24 Stunden ruhig stehen, so wird zwar das Benzol bei Gegenwart einer hinreichenden Säuremenge vollständig in Nitrobenzol umgewandelt, doch ist dieß Verfahren insofern unvortheilhaft, als die vorhandene Säure an Stärke abnimmt, also immer schwächer wirkt und man in Folge dessen einen sehr bedeutenden Ueberschuß an Säure gebraucht, um das Benzol vollständig zu nitriren; dieser Säureüberschuß giebt aber leicht Veranlassung zur Entstehung von Binitrobenzol und Binitrotoluol. Bei gut geleiteter Fabrikation darf nur Mononitrobenzol $= C_6H_5 (NO_2)$ und Mononitrotoluol $= C_7H_7 (NO_2)$ entstehen, aus welchen allein sich Anilin und Toluidin darstellen lassen.

In einigen Fabriken bedient man sich zur Fabrikation der Nitrobenzole eines, aus säurefestem Thon gebrannten, längeren Schlangenrohrs, setzt dieses in ein mit kaltem Wasser gefülltes Kühlfaß ein und läßt in die obere Mündung des Rohres aus zwei mit Regulirhähnen versehenen Gefäßen gleichzeitig einen Strahl von rauchender Salpetersäure und einen Strahl von Benzol einfließen, welche sich beim Durchfließen durch das Schlangenrohr innig mit einander vermischen so daß die Reaction beinahe schon vollständig vor sich gegangen ist, wenn die Mischung in den unteren Theil der Thonschlange gelangt. Durch kleine, in den Windungen der Schlange angebrachte Cuvetten oder Ausbauchungen wird die Aufeinanderwirkung der beiden Körper noch vervollständigt. Wenn der Zufluß der Säure und des Rohbenzols so regulirt wird, daß gleichzeitig 1 Aeq. Benzol und 1 Aeq. Salpetersäure (3 Thl. Säure und 4 Thl. Benzol) nebst einem geringen Ueberschuß der ersteren (also ungefähr gleiche Gewichtstheile beider Körper) in die Thonschlange tritt, so geht der Prozeß in gewünschter Weise von statten und man erhält ein sowohl in Bezug auf Quantität als Qualität günstiges Resultat. Die bei dieser Methode zur Anwendung kommende rauchende Salpetersäure gewährt den Vortheil, daß Nitrobenzol und Säure in einander gelöst bleiben und eine homogene Flüssigkeit bilden, wodurch die Reaction erleichtert wird; dagegen sind die Thonschlangen theuer und sehr zerbrechlich und die Handhabung der rauchenden Salpetersäure ist für die Arbeiter sehr gefährlich.

In neuerer Zeit hat man daher fast allgemein angefangen, anstatt der rauchenden Salpetersäure eine Mischung von concentrirtester englischer Schwefelsäure von 66° B. und verdünnter Salpetersäure von mindestens 40° B anzuwenden. Man gießt entweder die ganze Mischung in ein geräumiges Steinzeuggefäß oder einen gußeisernen Kessel, setzt das Rohbenzol in kleinen Portionen zu, rührt, da es sich in diesem Säuregemisch nicht auflöst, öfters um, damit eine möglichst häufige und vollkommene Berührung beider Flüssigkeiten stattfindet und unterhält diese Einwirkung längere Zeit (oft 2—3 Wochen lang) bis die Umwandlung vollendet ist. Oder man benutzt einen verschlossenen und mit Rührwerk versehenen Kessel und läßt in diesen, während man das Rührwerk in Thätigkeit erhält, das Säuregemisch und Benzol in zwei gehörig regulirten Strahlen einfließen, wodurch die Einwirkung sehr rasch von statten geht und bedeutend an Zeit und Arbeit erspart werden kann, während zugleich ein in Betreff der Qualität und Quantität vorzügliches Resultat erzielt wird, besonders wenn die angewandte Salpetersäure nicht zu schwach ist. Man kann hierbei auf 4 Gewichtsthl. Rohbenzol ein Säuregemisch von mindestens 5 Gew. Thl. Salpetersäure von 42° B. und 6 Gew. Thl. conc. engl. Schwefelsäure rechnen. Nach Beendigung der Reaction, welche sich an der Entfärbung der Produkte erkennen läßt, hat man ein Gemisch von entstandenem Nitrobenzol und überschüssigen Säuren. Um eine vollständigere Abscheidung des Nitrobenzols zu bewirken ohne die Säuren zu sehr zu verdünnen, setzt man zunächst eine verhältnißmäßig geringe Menge von Wasser zu, so daß sich zwei scharf getrennte Flüssigkeitsschichten bilden, welche sich durch Decantiren leicht von einander trennen lassen, wobei man einestheils Nitrobenzol, anderntheils eine mit mehr oder weniger Salpetersäure vermengte Schwefelsäure von 50—55° B. erhält, die sich noch zu verschiedenen Zwecken verwenden läßt. Das Nitrobenzol wird durch successives Waschen mit reinem Wasser, einer sehr verdünnten Lösung von kohlensaurem Natron und wieder mit reinem Wasser, sorgfältig gereinigt und namentlich von jeder Spur von anhaftender Salpetersäure befreit; denn würde man ein unvollständig gewaschenes säurehaltiges Nitrobenzol zur Anilinbereitung

benutzen, so würden hierbei Dämpfe von salpetriger Säure frei werden, die einen Theil des gebildeten Anilin in theerige Produkte umwandeln, und dadurch nicht allein die Ausbeute an Anilin bedeutend verringert, sondern auch die Qualätit des Produktes verschlechtert. Die Gebrüder Depouilly behandeln das decantirte Nitrobenzol mit einem geringen Ueberschuß von Aetzammoniak, wobei sich schwefelsaures, salpetersaures und salpetrigsaures Ammoniak bildet und erhitzen dann das Ganze auf 100° bis 105°, wodurch das Salpetrigsäuresalz zersetzt wird, während das Salpetersäuresalz nebst dem Schwefelsäuresalz ungelöst zurückbleibt, so daß man nur zu filtriren braucht, um ein zur Anilinfabrikation sehr geeignetes Nitrobenzol zu gewinnen. In den großen Fabriken erhält man gegenwärtig 130 bis 135 Proc. Nitrobenzol vom Gewichte des angewandten Benzols, welche Ausbeute als eine sehr gute betrachtet werden darf.

Und doch können noch bedeutend günstigere Resultate erzielt werden, wenn man von dem oben (s. S. 297.) erwähnten Fortschritten Gebrauch macht und anstatt des Gemisches von Benzol und Toluol (des gewöhnlichen Rohbenzols) nur reines Benzol und reines Toluol, jedes für sich nitrirt. Sowohl die Gebrüder Depouilly, als auch Coupier haben mit Bestimmtheit nachgewiesen, daß die Nitrirung der reinen Stoffe weit besser von statten geht, als die Nitrirung ihrer Gemische. Die Gebrüder Depouilly besonders machten darauf aufmerksam, daß die Glieder der Reihe der homologen Kohlenwasserstoffe Benzol, Toluol, Xylol etc. manche beachtungswerthe Verschiedenheit in ihren Eigenschaften und in ihrem Verhalten zeigen. So z. B. nimmt das spec. Gew. derselben in dem Maße ab, in welchem Aequivalent und Siedepunkt steigen und dieselbe Erscheinung zeigt sich auch bei den Nitroprodukten dieser Kohlenwasserstoffe und bei den aus diesen abgeschiedenen Basen. Das Benzol hat z. B. das spec. Gew. 0,885; das Toluol nur, 0870. Das spec. Gew. des zwischen 213° — 220° C. siedenden Nitrobenzols ist = 1,200—1,209; das des zwischen 220° — 230° C. siedenden Nitrotoluols dagegen nur = 1,180 — 1,190. Das spec. Gew. des reinen Anilins, welches nach Depouilly bei 182° C. siedet ist = 1,028, dasjenige des bei 198° destillirenden To=

luidins nur = 1,001 bis 1,002. Ferner, und dies ist für den in Rede stehenden Gegenstand von höchster Bedeutung, zeigen das Benzol und das Toluol gegen Salpetersäure, bei der Anwendung derselben zur Gewinnung von Nitrobenzol ein sehr verschiedenes Verhalten, indem das Toluol weit leichter angegriffen und namentlich leichter in unwillkommene secundäre Produkte übergeführt wird, als das Benzol. Ueberhaupt wirkt die Salpetersäure auf die dieser Reihe (Benzol, Toluol etc.) angehörenden Kohlenwasserstoffe um so heftiger, namentlich um so stärker oxydirend und giebt mit ihnen um so schwieriger das reine Nitroprodukt, je höher das Aequivalent derselben ist. In Folge davon entstehen begreiflicher Weise leicht Verluste durch Bildung von secundären Produkten, wenn man Gemische dieser Kohlenwasserstoffe mit Salpetersäure oder Salpeter-Schwefelsäure behandelt; man läuft also bei der Verarbeitung eines Gemenges von Benzol und Toluol Gefahr, daß entweder das Toluol theilweise zerstört oder das Benzol nicht vollständig in Nitrobenzol umgewandelt wird. Das Toluol wird sogar schon bei gewöhnlicher Temperatur durch Schwefelsäure von 66° B. angegriffen, das Benzol nicht. Behandelt man jeden dieser Körper für sich, so kann man das Säuregemisch entsprechend bereiten und hat auch die Dauer der Einwirkung besser in der Gewalt. Die Gebrüder Depouilly stellen überhaupt die gewöhnlich angenommene vollständige Homologität der beiden Körper Benzol und Toluol in Frage und machen darauf aufmerksam, daß die Wirkung des Chlors auf diese beiden Körper nicht dieselbe ist, indem durch Einwirkung des Chlors auf das Benzol Chlorüre entstehen, ohne daß Wasserstoff eliminirt wird, während sich bei der Behandlung von Toluol mit Chlor, Chlortoluole auf die gewöhnliche Weise bilden, indem ein oder mehrere Wasserstoffatome durch Chlor substituirt werden. Aus den Untersuchungen von Coupier scheint hervorzugehen, daß es zwei Arten von Toluidin giebt (s. unten), die wahrscheinlich aus zwei verschieden construirten Arten von Toluol entstanden sind und wenn wir uns der von Tollens und Fittig entdeckten Thatsache erinnern, daß das Methyl-Phenyl wie Toluol zusammengesetzt ist (s. oben S. 276), so erscheint es nicht unwahrscheinlich, daß mehrere

in ihrem Verhalten etwas abweichende Kohlenwasserstoffe von der Formel C_7H_8 existiren.

Um ein käufliches Nitrobenzol zu prüfen, bestimmt man nach Depouilly am besten zunächst das specifische Gewicht desselben. Das spec. Gewicht wird um so höher sein, je reicher das fragliche Produkt an reinem Nitrobenzol ist. Enthält aber ein käufliches Nitrobenzol unzersetzte Kohlenwasserstoffe oder binitrirte Körper, so wird das gefundene spec. Gew. zu niedrig oder zu hoch ausfallen und dann muß man zur Destillation schreiten. Nitrobenzol geht bei 213° über, Nitrotoluol bei 225° und deßhalb muß Alles, was unter 213° übergeht, beseitigt werden. Ein gutes zur Anilinfabrikation für Roth und Violett geeignetes Nitrobenzol muß zwischen 215° und 230°, der größere Antheil zwischen 220° und 227° überdestilliren; ist dieß der Fall, so enthält es die beiden Substanzen (Nitrobenzol und Nitrotoluol) in geeigneten Verhältnissen zur Darstellung eines, für die genannten Zwecke brauchbaren Anilins. Ueberdieß dürfen sich bei der Destillation höchstens Spuren von Salpetrigsäure-Dämpfen entwickeln.

3. **Ueberführung oder Reduktion des Nitrobenzols und Nitrotoluols zu Anilin und Toluidin (Anilinoel).** — Diese wird ausschließlich nach dem zuerst von Béchamp empfohlenen Verfahren, dem einzigen, welches sich bis jetzt praktisch bewährt hat, ausgeführt. Man reducirt nämlich das Nitrobenzol, indem man es mit einer Mischung von Eisenfeilspähnen und Essigsäure in Berührung bringt. Béchamp brachte 50 Gramme käufliches Nitrobenzol, ein gleiches Volumen Essigsäure und 100 Gr. Eisenfeilspäne in eine Retorte. Die Reaction giebt sich durch lebhaftes Aufbrausen kund; ist dieses vorüber, so kohobirt man und destillirt zur Trockne ab, wobei das entstandene Anilinoel, das heißt also die zum Behufe der Farbenfabrikation gewöhnlich noch in den Handel kommende Mischung wechselnder Mengen von Anilin und Toluidin, nebst Wasser übergeht. Nach den Mittheilungen der Gebrüder Depouilly sind in der Praxis die von Béchamp empfohlenen Mengenverhältnisse mannigfach modificirt worden; sie haben nichts Festes, indem jeder Fabrikant nach besonderen Recepten und in besonderen Apparaten arbeitet.

Besonders beachtenswerth sind aber die beiden folgenden von Depouilly beschriebenen Methoden:

a. 100 Thle. Nitrobenzol und 150 Thle. mittelgrobe, zerstoßene Eisenfeilspäne werden in einen gußeisernen Kessel gebracht und dann mit 60 bis 65 Thln. käuflicher Essigsäure auf einmal oder auf zweimal — die zweite Hälfte 12 Stunden nach der ersten — hinzugegossen. Nach Verlauf von einer Stunde erfolgt eine heftige Reaction, welche von starkem Aufbrausen und bedeutender Wärmeentwickelung begleitet ist, dann aber von selbst aufhört. Man rührt nun das Ganze mit einer Krücke tüchtig um, worauf die Reaction von Neuem beginnt und in dieser Weise fährt man fort, so lange überhaupt die Substanzen aufeinander einwirken. Nach 36—48 Stunden ist die Operation beendigt. Der Kessel muß mittelst eines Deckels verschlossen werden, der mit einem Schlangenrohre oder einem anderen aufsteigenden Kühlapparate in Verbindung steht. Dieser letztere dient dazu, die erzeugten Dämpfe zu condensiren und sie in den Kessel zurückzuführen; ohne diese Vorsichtsmaßregel findet beträchtlicher Verlust statt. Nach Beendigung der Operation ist das in Arbeit genommene Gemisch in einen gleichartigen, dicken, überschüssiges Eisen enthaltenden Teig verwandelt. Alles Nitrobenzol ist zu Anilinoel geworden, welches Essigsäure und Eisenoxyd beigemengt enthält. Dieser Teig wird in halb cylinderische, aus dünnem Eisenblech angefertigte Schiffchen gebracht, welche man in horizontalliegenden, cylindrischen, schwach abgeplatteten Retorten erhitzt, die den Gasretorten ähnlich sind, aus Gußeisen bestehen und große Dimensionen haben. Das Anilinoel destillirt mit Wasser gemischt über und wird in einem kühlgehaltenen Schlangenrohre condensirt. Der Ofen muß so construirt sein, daß der obere Theil der Retorte mit der Flamme nicht in Berührung kömmt; denn sonst würden sich die Anilindämpfe zum Theil zersetzen. Da diese Dämpfe sich leicht condensiren, so muß das Entweichungsrohr möglichst tief angebracht sein und darf kein aufsteigendes Knie haben. Die Anwendung der Blechschiffchen gewährt den großen Vortheil, daß die Cylinder binnen sehr kurzer Zeit und während sie noch heiß sind, entleert und von Neuem beschickt werden können. Das bei dieser Destillation

übergehende Gemisch von Anilinoel und Wasser wird mit einer kleinen Quantität Kochsalz und Natron versetzt, worauf sich zwei Schichten bilden, von denen die obere aus Anilinoel besteht, welches abgehoben und durch Rectifikation gereinigt wird.

b. In einen aufrecht stehenden eisernen Cylinder, in dessen Centrum eine hohle, als Dampfzuleitungsrohr dienende und mit Armen zum Umrühren der Beschickung versehene Welle steht, welche durch Zahnräder und Getriebe mit einem Motor verbunden ist, füllt man zunächst 200 Thle. mittelgrobe zerstoßene Eisenfeilspäne und 8—10 Thle. käufliche Essigsäure ein und setzt nun 20 Thle. Nitrobenzol zu, worauf eine heftige Reaction eintritt. Hat dieselbe aufgehört, so wird die Welle in Bewegung gesetzt und Wasserdampf zugelassen, während man gleichzeitig fernere 80 Thle. Nitrobenzol aus einem über dem Cylinder angebrachten Gefäße in continuirlichem Strahle zufließen läßt. Das entstehende Anilinoel destillirt mit dem Wasserdampf aus einem am oberen Theile des Cylinders angebrachten und mit einer Kühlschlange verbundenen Rohre ab. Dieses Verfahren ist wegen der geringen Menge Essigsäure, die es erfordert, sehr vortheilhaft, nur wird durch den Wasserdampf ein geringer Verlust an Anilin herbeigeführt, indem sich etwas Anilin im condensirten Wasser auflöst und die Gebrüder Depouilly glauben daher, daß man die unter a erwähnte Methode der Destillation auch hier in Anwendung bringen könnte, wenn alles Nitrobenzol in Anilinoel umgewandelt ist.

Nach Brimmeyr kann man die Essigsäure ganz entbehren und erzielt ein sehr gutes Resultat, wenn man z. B. 40 Thle. Nitrobenzol und 60 Thle. gröbliches Eisenpulver unter Zusatz von angesäuertem Wasser (2 bis 2,5 Proc. Salzsäure vom Gewichte des Nitrobenzols) in einer Retorte erst drei Tage zusammen in Berührung läßt und dann das Anilinoel, was hierbei entsteht, abdestillirt.

Jedes käufliche Anilin oder Anilinoel ist nicht allein ein Gemisch von Anilin und Toluidin, sondern enthält außerdem noch verschiedene secundäre Produkte, welche entweder von den in den angewandten Kohlenwasserstoffen enthaltenen Beimengungen herrühren, oder sich bei der Darstellung des Nitroben-

zols oder bei der des Anilins gebildet haben und bei der Benutzung der Anilinoele zur Farbenfabrikation sehr nachtheilig wirken. Die wesentlichsten im käuflichen Anilinoel außer Anilin und Toluidin vorkommenden, der Brauchbarkeit des Anilinoels nachtheiligen Beimischungen sind: schwerer flüchtige Alkaloide mit einem Siedepunkt über 200°C.; unzersetzt gebliebenes Benzol und Nitrobenzol; Phenyldiamin und Toluyldiamin von entstandenem Binitrobenzol oder Binitrotoluol herrührend; Essigsäure und durch Einwirkung derselben auf das Anilinoel entstandenes Acetanilid und Acetotoluid, sowie Aceton. Nur ein Theil dieser Beimischungen kann durch die Rectifikation des Anilinoels beseitigt werden.

Um ein käufliches Anilinoel zu prüfen bestimme man zunächst das specifische Gewicht desselben, welches zwischen 1,00—1,03 liegen muß. Ein Anilin, welches specifisch leichter ist als 1,00, also als Wasser, wird besonders durch Benzol oder Aceton, ein Anilin welches specifisch schwerer ist als 1,03 mit Nitrobenzol und anderen schweren Produkten verunreinigt sein. Ferner vermenge man das Anilin mit der Hälfte seines Gewichtes Schwefelsäure, die man vorher mit der dreifachen Menge Wasser verdünnt hat. Ein gutes Anilinoel bildet damit einen dicken weißen Brei von schwefelsaurem Anilin und schwefelsaurem Toluidin, der sich bei Zusatz von mehr, besonders warmem Wasser vollständig zur klaren farblosen Flüssigkeit auflöst. Enthielt das Anilin theerige Bestandtheile oder Nitrobenzol so bildet sich auf der Oberfläche seiner Lösung in verdünnter Schwefelsäure sehr bald ein fettartig schillerndes Häutchen und die Lösung selbst ist gewöhnlich nicht ganz wasserhell. Auch der Umstand, daß das reine Anilin in 31 Gewichtsthln. Wasser auflöslich ist, giebt ein Merkmal zur Entdeckung seiner mehr oder minder großen Reinheit. Destillirt man Anilinoel unter genauer Beobachtung des Siedepunktes über einer geringen Menge von Aetznatron ab und unterwirft das destillirte Anilin abermals für sich der Destillation, so muß es bei denselben Temperaturgraden übergehen, wie bei der Destillation über Aetznatron. Zeigen sich in dieser Hinsicht bedeutende Abweichungen, so war das Anilin mit Essigsäure, Acetanilid und Acetotoluid verun=

reinigt. Die Destillation des Anilinoels unter genauer Beobachtung der Siedetemperaturen ist eines der wichtigsten Prüfungsmittel und man findet, daß bei gewöhnlichem gutem Anilinoel das Thermometer besonders zwischen 187 und 188°C und zwischen 192° u. 193°C. längere Zeit stationär bleibt. Die bei diesen Temperaturen übergehenden Flüssigkeiten sind nach den Gebrüder Depouilly bestimmte Gemische von Anilin und Toluidin. Das erstere zwischen 187 und 188° übergehende enthält zwei Theile Anilin und einen Theil Toluidin und hat das spec. Gew.=1,018; das zweite zwischen 192° und 193° destillirende enthält einen Theil Anilin und zwei Theile Toluidin und hat ein spec. Gew.=1,010.

Trennung des Anilins vom Toluidin. Darstellung des Toluidins. — Seitdem unzweifelhaft nachgewiesen worden ist, daß das Toluidin für die Anilinfarben-Industrie eben so wichtig und unentbehrlich ist, wie das Anilin, hat man sich vielfach mit der Aufgabe beschäftigt, reines Toluidin fabrikmäßig darzustellen, sowie auch das Toluidin vom Anilin zu trennen. Wie wir oben bereits mehrmals hervorhoben, ist jedenfalls der rationellste Weg zur Darstellung des Toluidins derjenige, der sich auf die Bereitung des reinen Toluols stützt, welches dann auf die bekannte Weise zunächst in Nitrotoluol verwandelt wird, um aus dem Nitrotoluol durch reducirend wirkende Stoffe das Toluidin gewinnen zu können. Nach H. Müller soll man den zwischen 108 und 114°C überdestillirenden, vorzugsweise aus Toluol bestehenden Theil des leichten Steinkohlentheeroels benützen und hierzu langsam (um die Bildung von Binitrotoluol zu verhindern), eine Mischung von Salpetersäure und Schwefelsäure, wie bei der Bereitung des Nitrobenzols, zufließen lassen. Das gut gewaschene Nitrotoluol wird dann ebenfalls wie das Nitrobenzol mit Essigsäure und Eisen behandelt, wobei man ein Rohtoluidin gewinnt, welches zwar in der Kälte als krystallinische Masse erscheint, aber noch viel Anilin enthält. Um das Rohtoluidin zu reinigen, soll man dasselbe mit Benzin aus amerikanischem Petroleum (zwischen 80 und 100° siedend) übergießen. Dieses Benzin nimmt das Anilin leicht auf, läßt dagegen das Toluidin krystallinisch zurück und durch wiederholtes Auflösen des Toluidins in warmem Benzin und

Krystallisirenlassen des Toluidins kann man das Letztere in beliebigen Quantitäten in rein weißen Krystallblättern gewinnen. Coupier stellt ebenfalls Toluidin aus reinem Toluol, angeblich nach einer besonderen Methode dar. Nach E. Sell kann man das Toluidin in größerer Menge aus dem unter 270° C. siedenden Antheil der Anilinrückstände (queues d'aniline) gewinnen, aus deren noch schwerer flüchtigem Theil A. W. Hofmann zwei eigenthümliche Basen abgeschieden hat, nämlich das Paranilin = $C_{12}H_{14}N_2$ welches in schwer flüchtigen, langen, seideglänzenden bei 192°C. schmelzenden Nadeln krystallisirt und das Xenylamin oder Martylamin = $C_{12}H_{11}N$, welches in weißen Nadeln oder Schuppen erscheint, bei 45°C. schmilzt, bei 322° siedet und sich leicht in kochendem Wasser, Alkohol und Aether auflöst. Der zwischen 180 und 230° C. siedende Theil der Anilinrückstände wird der fractionirten Destillation unterworfen, die einzelnen Destillate mit einer heißen Oxalsäurelösung behandelt und das schwer lösliche oxalsaure Toluidin durch Kalilauge zersetzt. Das nach dem Erkalten krystallinische braune Toluidin wird mit Wasser gewaschen, zwischen Papier gepreßt nnd der Destillation unterworfen. Es destillirt zwischen 198 und 200°C. und erstarrt in der Vorlage zu einer schneeweißen, nach und nach braun werdenden Krystallmasse. Brimmeyr behandelt toluidinhaltiges Anilin, welches aber nicht weniger als 10 Proc. Toluidin enthalten darf folgendermaßen, um daraus das reine Toluidin abzuscheiden: der durch zweimalige fractionirte Destillation zwischen 195 und 205°C. gesammelte Theil des Anilinoels wird mit seinem halben Gewichte Oxalsäure und seinem vierfachen Gewichte Wasser versetzt und zum Sieden erhitzt, bis sich das obenauf schwimmende Anilin vollständig gelöst hat. Sobald die Flüssigkeit klar erscheint, läßt man sie auf 80°C. unter fortwährendem Rühren erkalten, dekantirt rasch von dem am Boden des Gefäßes ausgeschiedenen oxalsauren Toluidin ab und preßt schnell aus. Den Preßkuchen zersetzt man durch Kochen mit ammoniakhaltigem Wasser, dem man so viel Alkohol zusetzt, als gerade zu einer klaren Lösung hinreicht. Beim Erkalten scheidet sich das Toluidin in großen, farblosen Blättern aus; die abgezogene, kaum Spuren

von Toluidin enthaltende Mutterlauge kann zur Zersetzung frischer Quantitäten oxalsauren Salzes verwendet werden. — Ganz reines Toluidin krystallisirt in rein weißen Blättern oder Schüppchen, die sich an der Luft nicht braun färben; es schmilzt bei 45° und siedet wie schon erwähnt bei 198° oder noch anderen Angaben bei 205°—206° C.

II. Fabrikation der verschiedenen Anilin- und Toluidin-Farben.

Die Anilinfarben verdanken die rasche und allgemeine Aufnahme, welche sie gefunden haben, besonders ihrer außerordentlichen Schönheit; sie übertreffen an Glanz und Feuer, sowie an Ergiebigkeit beim Ausfärben alle anderen Farbstoffe, gehen ungemein leicht, namentlich auf die thierische Faser (Wolle, Seide) über, so daß der Färbereibetrieb seit Einführung dieser Farben bedeutend vereinfacht werden konnte. Sie sind bei künstlicher Beleuchtung ebenso brillant, wie im Tageslicht und daher wahre Salonfarben. Die meisten sind ziemlich waschächt, dagegen verbleichen sie leider im Sonnenlichte oder selbst im grellen Tageslichte mehr oder weniger rasch, was in früheren Zeiten jedenfalls mehr empfunden worden wäre, als jetzt, wo der schnelle Wechsel der Mode bei vielen Frauen ohnedies Veranlassung giebt, die bunten Kleider nur während eines kurzen Zeitraums zu benutzen, um sie dann wieder durch neue zu ersetzen.

Von den verschiedenen Anilinfarbstoffen ist das Anilinroth der wichtigste, indem es nicht allein in den Färbereien in größter Menge consumirt wird, sondern zugleich auch zur Darstellung der meisten übrigen Anilinfarben dient und sich successive in Violett, Blau und Grün, auch in Braun und Gelb überführen läßt. Von ganz besonderem Interesse ist die von A. W. Hofmann zuerst entdeckte Thatsache, daß weder aus chemisch reinem Anilin, noch aus chemisch reinem krystallisirtem Toluidin ein rother Farbstoff gewonnen werden kann, sondern nur aus einer Mischung beider Basen und zwar erzielt man sowohl in Bezug auf Schönheit des Farbstoffs, wie auf die Ausbeute, das beste Resultat mit einem Gemenge von 2 Aequivalent oder $53^1/_2$ Gewichtstheilen Toluidin und 1 Aeq. oder $46^1/_2$ Gewichtsthl. Anilin. Merkwür-

dig sind auch die Angaben von **Coupier**, welcher zwar die eben erwähnte Thatsache, daß man aus reinem Toluidin keinen rothen Farbstoff erhält, bestätigt, dagegen mittheilt, daß er aus ganz reinem und vollständig benzolfreiem Toluol, Toluidin und aus diesem mittels eines neuen Verfahrens einen krystallisirten Farbstoff „**Toluolroth**“ dargestellt habe, welcher von dem aus einem Gemisch von Anilin und Toluidin bereiteten gänzlich verschieden sei. Das Toluolroth besitze eine um 50 Proc. stärkere Färbekraft, als das gewöhnliche Anilinroth und gebe eine lebhaftere, mehr bläuliche Nüance. Man gewinne aus dem Toluidin 40—50 Proc. Toluolroth, eine Ausbeute, die bei Anwendung des Anilinoels nie erreicht wird. A. **Rosenstiehl** bestätigt dies; derselbe hat sich überzeugt, daß das Toluidin von Coupier kein Anilin enthält, daß es dagegen aus zwei Bestandtheilen besteht, nämlich aus dem gewöhnlichen krystallisirbaren Toluidin und aus **flüssigem Toluidin**, welches allein zur Bildung des neuen rothen Farbstoffs Veranlassung giebt. Ob nun dieses flüssige Toluidin dieselbe Zusammensetzung wie das krystallisirbare besitzt, oder ob es aus einer Mischung verschiedener anderer Alkaloide besteht, ist zur Zeit noch nicht bestimmt ermittelt. Jedenfalls unterliegt es keinem Zweifel, d[illegible] auch die meisten Sorten von käuflichem Anilinoel, solches [illegible]ges Toluidin enthalten. Wenn es sich bestätigen sollte, [illegible]ehrere Arten Toluol existiren (vgl. S. 276 und S. 305), [illegible]t sich allenfalls auch die Entstehung mehrerer Arten [illegible]luidin denken. **Coupier** glaubt, daß das Toluidin [illegible]e Quelle für Roth und Grün sei, das Anilin dagegen [illegible]e Umwandlung von Roth in Blau, sowie die Entstehung von Anilinschwarz bedinge. Nach dieser allgemeinen Erörterung wollen wir einen kurzen Blick auf die einzelnen Anilinfarbstoffe werfen, Es liegt jedoch nicht im Plane unseres Jahrbuches, hier eine erschöpfende Zusammenstellung der vielen verschiedenen Methoden zur Darstellung dieser Farbstoffe zu geben. Wir werden nur diejenigen Methoden berücksichtigen, welche zur Zeit wirklich in Anwendung sind und somit eine dem gegenwärtigen Standpunkte dieser Industrie entsprechende Uebersicht geben. Die Fabrikation der Anilin- und Toluidin-Farben zerfällt in folgende hauptsächliche Zweige:

1. Anilinroth, Fuchsin, Roseïn.
2. Anilinviolett
3. Anilinblau.
4. Anilingrün.
5. Anilinbraun.
6. Anilingelb und Anilinorange.
7. Anilinschwarz,

1. Das Anilinroth, Fuchsin oder Roseïn. — Dieses wird jetzt fast ausschließlich nur noch durch Erhitzung von Anilinoel mit Arsensäure bereitet. Die ursprüngliche Vorschrift hierzu rührt von Girard und Delaire her, nach welchen man 12 Thle. trockene Arsensäure, 12 Thle. Wasser und 10 Thle. Anilinoel allmälig auf 160° erhitzen und so lange bei dieser Temperatur erhalten soll, bis eine metallisch glänzende, in der Kälte spröde Masse, die sogenannte Fuchsinschmelze entstanden ist. Dieses Verfahren ist in neuerer Zeit nur insofern abgeändert worden, als man anstatt fester Arsensäure und Wasser, ohne Weiteres eine syrupdicke Arsensäurelösung von 2,0 spec. Gew. oder einem Gehalte von 74 Proc. festem Arsensäurehydrat anwendet und dann 100 Thle. Anilinoel 140—150 Thle. solcher Arsensäurelösung allmälig bis auf 180° C. erhitzt und die Erhitzung 6—7 Stunden lang fortsetzt, bis sich eine schön glänzende Fuchsinschmelze gebildet hat. Zu dieser Operation benutzt man schmiede- oder gußeiserne Kessel, die gleich Destillirblasen mit einem Helme versehen sind, der in einen Kühlapparat ausmündet. Die Kessel werden, um eine gleichmäßige Erwärmung zu ermöglichen, in ein Oelbad (von Palmoel) eingesetzt und mit Vortheil mit einem Rührwerk versehen. Während des Erhitzens gehen durch den Helm und Kühlapparat ungefähr 40 Proc. unzersetztes Anilin nebst dem in der Arsensäure enthaltenen Wasser über, werden aufgesammelt, mehrmals mit reinem Wasser gewaschen und, mit frischem Anilinoel vermischt, immer wieder von Neuem zu Fuchsinbereitung benutzt.

Die nach dem eben mitgetheilten Verfahren gewonnene Fuchsinschmelze ist ein Gemisch von Anilinroth, arseniger Säure, Arsensäure, etwas unzersetzt gebliebenem Anilin und unlöslichen kohligen Theilen und zwar besteht sie nach den

Untersuchungen von Brimmeyr aus ungefähr 52 (?) Proc. Arsensäure, 24 Proc. arseniger Säure, 10 Proc. unlöslichem pulverigem Rückstand, 2 Proc. unzersetzt gebliebenem Anilin und etwa 12 (?) Proc. reinem Farbstoff. Gewöhnlich nimmt man an, daß die Ausbeute an Farbstoff 20—25 Proc. des verbrauchten Anilins betrage.

Um aus der Fuchsinschmelze das zum Färben geeignete krystallisirte Fuchsin abzuscheiden, verfährt man meistens folgendermaßen: die Schmelze wird zunächst noch heiß mit wenig Wasser ausgekocht, welches den größten Theil der unzersetzt gebliebenen Arsensäure aufnimmt, beim Erkalten aber den Farbstoff als harzige Masse abscheidet. Die harzige Masse wird nun mehrere Stunden lang mit ihrem 4fachen Gewichte Wasser ausgekocht, wobei sich der größte Theil zur prächtig rothen Flüssigkeit löst, aus welcher man ohne weiteres den Farbstoff durch Zusatz von Soda ausscheidet. Der ebenfalls wieder in Harzform, zum Theil schon krystallinisch ausgeschiedene Farbstoff, wird nun abermals mit Wasser ausgekocht und liefert eine Lösung, die beim Erkalten prächtige oktaëdrische Krystalle bildet. Durch Zusatz von Kochsalz zu diesen Krystallabkochungen kann man den Arsengehalt fast vollständig aus dem Farbstoff verdrängen. Die mit den Krystallen sich abscheidenden harzigen Massen, werden immer wieder von Neuem ausgekocht und die vom Farbstoff durch Soda befreiten Laugen werden eingedampft, wobei sich immer wieder Farbstoff abscheidet und zuletzt ein unreines arsensaures Natron gewonnen wird. Das sogenannte Fuchsin bildet prächtig metallisch goldgrün glänzende Oktaëder, welche in Wasser, besonders aber in einer Mischung von Weingeist und Wasser vollständig zu einer intensiv rothen, an den Rändern bläulich schillernden Flüssigkeit löslich sind und ein ganz außerordentliches Färbevermögen besitzen. Im weniger reinem Zustande sind die Krystalle kleiner und mit harzigen Theilchen vermischt und der unreinste, nur in essigsäurehaltigem Wasser lösliche, nichtkrystallisirte Theil des Farbestoffharzes, der mehr rothbraun als roth färbt, kömmt gegenwärtig als Naphtabraun in den Handel und wird massenhaft zur Herstellung eines billigen Rothbraun auf Wolle erzeugt.

Das Anilinroth oder Fuchsin ist nicht allein als einer der schönsten und ergiebigsten Farbstoffe von großer Wichtigkeit, sondern gehört auch zu den in wissenschaftlicher Hinsicht interessanten chemischen Verbindungen. Nach den schönen Untersuchungen, welche A. W. Hofmann über diesen Gegenstand angestellt hat, ist nämlich das Anilinroth des Handels das arsensaure, salzsaure oder essigsaure Salz einer eigenthümlichen Basis, des Rosanilins = $C_{20}H_{19}N_3 + H_2O$, welche man im reinen Zustande gewinnt, wenn man eine kochende Fuchsinlösung mit einem Ueberschusse von Aetzammoniak versetzt und so lange erhitzt, bis sie die rothe Farbe vollständig verloren hat. Hierbei entzieht das Aetzammoniak dem Fuchsin die darin enthaltene Säure (Arsensäure, Salzsäure, Essigsäure) und das Rosanilin scheidet sich größtentheils sofort als flockiger, rosenroth gefärbter Niederschlag ab und nur ein kleiner Theil bleibt in der siedendheiß abfiltrirten Flüssigkeit gelöst und krystallisirt beim Erkalten in farblosen Tafeln oder Nadeln heraus, welche sich bei Luftzutritt, ohne Aenderung ihres Gewichtes rasch hellroth, später dunkelroth färben. Das reine Rosanilin ist wie schon erwähnt farblos und krystallinisch; es löst sich nur wenig in Wasser, leicht in Alkohol, nicht in Aether und zersetzt sich, wenn es über 130°C. erhitzt wird. In verdünnten Säuren, namentlich Essigsäure und Salzsäure löst es sich leicht, indem es sich mit denselben zu dem eigentlichen Farbstoff, dem Fuchsin vereinigt, mit prächtig carmoisinrother Farbe auf, besonders wenn man zugleich etwas Alkohol zusetzt. Das Rosanilin ist nämlich eine organische Basis, gehört nach Hofmann zu den Triaminen und bildet als solches mit den Säuren wahrscheinlich drei Reihen von Salzen, nämlich mit 1, 2 und 3 Aeq. Säure, von welchen bis jetzt jedoch nur die Salze mit 1 und 3 Aeq. bekannt sind. Die Salze mit 1 Aeq. Säure sind das krystallinische, goldgrün glänzende Fuchsin; diejenigen mit 3 Aeq. Säure sind unbeständiger. Das schönste und als Farbstoff werthvollste und gehaltreichste Rosanilinsalz oder Fuchsin ist das essigsaure Rosanilin = $C_{20}H_{19}N_3 + C_2H_4O_2$. Außer diesen kömmt namentlich auch das salzsaure Rosanilin = $C_{20}H_{19}N_3 + HCl$ in den Handel. Die eigentliche Constitu-

tion des Rosanilins drückt A. W. Hofmann durch die Formel:

$$\left.\begin{matrix}(C_6H_4)^{II} \\ (C_7H_6)_2{}^{II} \\ H_3\end{matrix}\right\} N_3 + H_2O$$

aus, woraus hervorgeht, daß das Rosanilin dem Typus von 3 Molekülen Ammoniak $H_9 N_3$ (Triamin) entspricht und zwar sind darin 1 Atom des zweiwerthigen Kohlenwasserstoffes Phenylen = $C_6 H_4$ an die Stelle von 2 Atomen Wasserstoff, 2 Atome des zweiwerthigen Kohlenwasserstoffes Toluylen = C_7H_6 an die Stelle von 4 Atomen Wasserstoff im Triamin (H_9N_3) getreten und noch drei vertretbare Wasserstoffatome zurückgeblieben. Diese Formel stimmt vorzüglich mit dem durch das Experiment ermittelten Resultat, nach welchem ein Gemenge von 1 Atom Anilin und 2 Atomen Toluidin beim Behandeln mit Arsensäure die beste Ausbeute und das schönste Roth liefert. Aus 1 At. Anilin entsteht hierbei das eine Atom Phenylen und aus den zwei Atomen Toluidin entstehen die beiden Atome Toluylen, welche im Rosanilin enthalten sind und zwar unter einfachem Ausscheiden von Wasserstoff, nach der Formel: 1 At. Anilin = C_6H_7N + 2 At. Toluidin = C_7H_9N = 1 At. Rosanilin = $C_{20}H_{19}N_3$ und 6 At. Wasserstoff = H_6; diese 6 Atome Wasserstoff, welche sich bei der Rosanilinbildung aus dem Anilin und Toluidin ausscheiden, entweichen jedoch nicht als Wasserstoffgas, sondern nehmen Sauerstoff von der vorhandenen Arsensäure auf und verwandeln sich in Wasser, während ein entsprechender Theil der Arsensäure zu arseniger Säure reducirt wird, und ebenso ist in der Fuchsinschmelze das entstandene Rosanilin nicht als solches vorhanden, sondern verbunden mit Arsensäure, zu arsensaurem Rosanilin. Der Vorgang der Fuchsinbildung ist also hierdurch vollständig ermittelt. Zugleich mit dem Fuchsin entstehen jedoch noch verschiedene sekundäre Produkte, so z. B. eine eigenthümliche Basis, das Chrysanilin = $C_{20}H_{17}N_3$, welche ein amorphes gelbes Pulver darstellt, in Wasser schwer, in Weingeist und Aether leicht löslich ist, mit den Säuren krystallisirbare Salze bildet und Seide oder Wolle prachtvoll goldgelb färbt.

Legt man ferner in eine Auflösung von salzsaurem Rosanilin ein blankes Zinkblech hinein, so entfärbt sich die Flüssigkeit, ebenso beim Digeriren von Fuchsin mit Schwefelammonium und es entsteht eine neue Basis, das Leukanilin $= C_{20}H_{21}N_3$. Dieses bildet ein weißes, zuweilen krystallinisches Pulver, färbt sich an der Luft blaß rosenroth, löst sich kaum in kaltem, etwas besser in siedendem Wasser, leicht in Alkohol, schwierig in Aether auf, schmilzt bei 100° zur dunkelrothen durchsichtigen Flüssigkeit, bildet mit den Säuren farblose, leicht krystallisirende, in Wasser lösliche Salze und wird durch oxydirend wirkende Stoffe in Rosanilin übergeführt, woraus hervorgeht, daß sich Rosanilin und Leukanilin ähnlich zu einander verhalten, wie Indigblau und Indigweiß.

Das Fuchsin wird nicht allein in sehr bedeutender Menge in der Färberei zum Färben von Seide, Wolle und Baumwolle, sowie in der Zeugdruckerei benutzt, sondern dient auch zum Färben von Stroh, Bast, Korbflechtereien, Leder, Kautschuk, Gutta Pertscha, zur Bunt- und Luxuspapierfabrikation etc. Ein aus reinem, von seinem Arsengehalt durch Kochen mit Natronlauge befreitem Rosanilin dargestelltes essigsaures Rosanilin wird selbst zum Färben der verschiedenen Conditorwaaren, Liqueure und dergl. benutzt und als giftfreies Anilinroth in den Handel gebracht. Ebenso eignet sich das Fuchsin gut, um eine Verfälschung ätherischer Oele mit Alkohol nachzuweisen, indem es sich in reinen ätherischen Oelen nicht löst, dagegen denselben eine rothe Farbe ertheilt, selbst wenn sie nur wenig Alkohol enthalten,

2. Das Anilinviolett, Parme. — Dieser prächtige Farbstoff, welcher in allen Schattirungen vom röthlichsten Rothviolett bis zum bläulichsten Blauviolett hergestellt werden kann, wird jetzt immer aus essigsaurem Rosanilin (bestem Fuchsin) oder reinem Rosanilin bereitet, besitzt aber je nach der Methode seiner Darstellung, etwas verschiedene Eigenschaften. Das ältere, aber immer noch gebräuchliche Verfahren besteht darin, daß man gleiche Gewichtstheile, z. B. 10 Pfund Rosanilin und 10 Pfd. Anilin unter Zusatz von 4 Pfd. käuflicher starker Essigsäure in einem im Oelbade stehenden Roth-

gußkessel allmählig auf 180—190° C. erhitzt und so lange auf dieser Temperatur erhält, bis die in der Hitze flüssige Mischung, wenn man eine Probe davon auf einer Glasplatte dünn verreibt, intensiv violett erscheint. Der Rothgußkessel wird am besten mit Helm und Rührwerk versehen. Durch den Helm wird das entweichende überschüssige Anilin abgeleitet und mittelst eines Kühlapparates verdichtet und aufgesammelt. Zugleich bildet sich viel Ammoniakgas, welches entweicht. Ist die Masse violett geworden, so gießt man sie sofort unter Umrühren in 10 Pfund rohe Salzsäure und kocht sie dann mehrmals mit reinem Wasser aus, um das unzersetzt gebliebene Roth, Anilin und die Säure zu entfernen. Das Violett bleibt nach dem Auskochen als prächtig metallglänzende in Wasser unlösliche pulverige Masse zurück und wird bei gelinder Wärme getrocknet. Aus den beim Auskochen desselben erhaltenen Flüssigkeiten kann man durch Sättigen mit Soda wieder ein anilinhaltiges und durch heftigeres Kochen desselben mit Wasser ein ziemlich reines Roth gewinnen. Das nach dieser Methode dargestellte Violett scheint nur eine Mischung von Anilinblau und Anilinroth zu sein, daher man auch durch wiederholtes Auskochen desselben mit säurehaltigem Wasser beständig rothe Flüssigkeiten gewinnt, während ein Violett mit bläulicherem Ton zurückbleibt. Dieses Anilinviolett ist wie schon erwähnt in Wasser unlöslich, löst sich dagegen leicht und vollständig in Weingeist und Holzgeist und liefert sehr schöne feurige Färbungen, wenn man die Stoffe aus kochender mit der weingeistigen Lösung des Farbstoffes versetzter Flotte ausfärbt.

Ein unbedingt schöneres und ergiebigeres Violett erhält man aber nach dem neueren von A. W. Hofmann entdeckten Verfahren. Hiernach wird 1 Thl. Rosanilin mit 2 Thln. Jodäthyl und 2 Thln. starkem Holzgeist oder Alkohol 3—4 Stunden lang in einem geschlossenen Gefäße, welches stark genug ist, um dem Drucke der sich bildenden Dämpfe widerstehen zu können, auf 100° C. erhitzt. Ist alles Rosanilin in Violett verwandelt, so kocht man, um das Jod wiederzugewinnen, die Masse zunächst mit Natronlauge aus, welche das Jod aufnimmt, wäscht den zurückbleibenden Farbstoff gut mit Wasser, behandelt ihn mit etwas Salzsäure und trocknet

ihn endlich. Je nachdem man die Erhitzung kürzere oder längere Zeit fortgesetzt hat, erhält man den Farbstoff mehr roth= oder blauviolett bis blau. Im Handel wird das so dargestellte Violett gewöhnlich Jod=Violett, auch Dahlia oder Hofmann'sches Violet genannt; es löst sich leicht und vollständig in Alkohol, Holzgeist und ziemlich leicht in verdünnter Essigsäure und liefert wie schon erwähnt ganz prachtvolle Färbungen, so daß es mehr und mehr das nach der älteren, erst erwähnten Methode bereitete Violett verdrängt. Hofmann hat das Jod=Violett analysirt und ist dabei zu dem höchst interessanten Resultate gelangt, daß dasselbe als ein wirklicher Abkömmling des Rosanilins zu betrachten und aus dem Rosanilin dadurch entstanden ist, daß an Stelle der 3 vertretbaren Wasserstoffatome, 3 Atome des Radikals Aethyl (C_2H_5) getreten sind. Das Jod=Violett ist nämlich $= C_{26}H_{31}N_3 + H_2O$ oder =

$$\left.\begin{matrix}(C_6H_4)\\(C_7H_6)_2\\(C_2H_5)_3\end{matrix}\right\} N_3 + H_2O$$

Es ist also Triäthyl=Rosanilin und gehört wie das Rosanilin zu den Triaminen.

In neuester Zeit hat F. Wise in London empfohlen, zur Darstellung von Anilinviolett gleiche Gewichtstheile Rosanilin und Baldriansäure so lange zu erhitzen, bis sich die Masse zu verdicken beginnt und die für den gewünschten Farbenton erforderliche Temperatur erreicht hat, wobei zu bemerken, daß die Nüance umsomehr in Blau übergeht, je länger die Erhitzung fortgesetzt wird. Die erhaltene Masse soll dann, mit Wasser ausgekocht, einen prachtvollen violetten Farbstoff liefern. Die Umwandlung des Rosanilin in Violett erfolgt überhaupt leicht und durch viele verschiedene Stoffe, so z. B. auch ohne Weiteres durch Aldehyd, wobei man nur nöthig hat, essigsaures, Rosanilin in etwas essigsäurehaltigem Wasser zu lösen und die Lösung mit etwas Aldehyd zu versetzen, um sofort eine prächtig rothviolette, zum Färben geeignete Flüssigkeit zu erhalten.

3. Das Anilinblau. — Je nachdem dasselbe einen mehr oder weniger rein blauen Farbenton besitzt, hat es im

Handel verschiedene Namen erhalten. Bleu de Lyon nennt man gewöhnlich ein Anilinblau, welches noch einen deutlich erkennbaren röthlichen oder violetten Stich zeigt und namentlich bei künstlicher Beleuchtung nicht rein Blau erscheint. Bleu de Lumière, Bleu de nuit, Lichtblau oder Nachtblau nennt man dagegen das Anilinblau, welches selbst bei künstlicher Beleuchtung eine vollständig reine, prächtig blaue Farbe zeigt und durchaus frei ist von jeder röthlichen Beimischung. Die Darstellung dieses reinen Lichtblaus ist immer noch Geheimniß einiger Fabriken. Besonders schön erhält man diesen Farbstoff aus Frankreich.

Im Allgemeinen gewinnt man das Anilinblau genau auf dieselbe Weise, wie das Anilinviolett, nur mit dem Unterschiede, daß man die zur Umwandlung des Rosanilins nöthige Einwirkung längere Zeit fortsetzt und gleichsam möglichst vollständig zu Ende führt, um zu bewirken, daß der größte Theil des Rosanilins und des aus diesem entstandenen Violett in Blau übergeht. Man erhitzt also zur Bereitung des Blau 10 Pfd. Rosanilin mit 10 Pfd. möglichst reinem Anilin und 4 Pfd. stärkster käuflicher Essigsäure so lange in einem ebensolchen Apparate, wie zur Violettbereitung auf 180° — 190° C., bis eine Probe der Masse beim Ausstreichen auf eine Glasplatte möglichst rein blau, fast etwas grünlichblau erscheint, darf jedoch anderntheils das Erhitzen nicht zu lange fortsetzen, indem sonst der Farbstoff sein Feuer verliert und zu schwer löslich wird. Gewöhnlich erreicht man nach 6—7 Stunden lang fortgesetzter Erhitzung das richtige Resultat. Die geschmolzene, schwarz aussehende Masse wird sodann ebenfalls in 10 Pfd. concentrirte Salzsäure unter Umrühren eingegossen und so oft als möglich mit reinem oder salzsäurehaltigem Wasser ausgekocht, um das beigemischte Roth und Rothviolett, welches dem Blau sehr hartnäckig anhaftet, zu entfernen. Der zuletzt jedenfalls mit reinem Wasser ausgekochte Farbstoff wird dann getrocknet. Das so dargestellte Anilinblau bildet ein schwach bronzeglänzendes, zuweilen etwas mattes dunkelbraunes oder blaues Pulver, ist in Wasser ganz unlöslich, löst sich dagegen vollständig in Alkohol oder Holzgeist und wenn man diese Auf-

lösung in eine mit englischer Schwefelsäure stark sauer gemachte und mit etwas Zinnchloridlösung versetzte kochende Färbeflotte gießt, so lassen sich die Stoffe sehr schön damit färben und die erzielte Färbung gewinnt noch, wenn man den gefärbten Stoff zuletzt durch dünnes Seifenwasser nimmt. Bei der Bereitung des Bleu de Nuit wird dem Bleu de Lyon durch vieles Auskochen mit salzsäurehaltigem Wasser alles Roth möglichst entzogen. Wahrscheinlich wird aber hierbei noch eine andere Manipulation ausgeführt, durch welche man das Roth total zerstört, so daß nur das Blau übrig bleibt.

Das aus Rosanilin und Anilin dargestellte Blau, wird auch Rosanilinblau genannt. Es ist von A. W. Hofmann analysirt worden und kann nach Hofmann, wie das Anilinviolett als ein Abkömmling des Rosanilins betrachtet werden, aus welchem es entstanden ist, indem an Stelle der drei im Rosanilin enthaltenen Atome Wasserstoff, drei Atome Phenyl (C_6H_5), aus dem Anilin kommend, getreten sind. Das Rosanilin ist nämlich $= C_{38}H_{31}N_3 + H_2O$ oder $= \left.\begin{matrix}(C_6H_4)\\(C_7H_6)_2\\(C_6H_5)_3\end{matrix}\right\} N_3 + H_2O$

Es ist also Triphenyl-Rosanilin und gehört wie das Rosanilin zu den Triaminen. Das in den Handel kommende Anilinblau ist jedoch nicht das reine, sondern gewöhnlich das salzsaure Triphenyl-Rosanilin; denn auch diese Basis kann gleich dem Rosanilin mit den Säuren Salze bilden, welche jedoch schwieriger krystallisiren. Unterwirft man das Anilinblau der trockenen Destillation, so geht eine flüchtige Basis, das Diphenylamin $= C_{12}H_{11}N$ über. Dieses ist farblos, krystallinisch, riecht eigenthümlich blumenartig, schmilzt bei 45° C., siedet constant bei 300° C.. reagirt nicht alkalisch, ist in Wasser fast unlöslich, in Alkohol und Aether leicht löslich, bildet mit den Säuren leicht zersetzbare Salze und färbt sich mit concentrirter Salpetersäure, sowie mit einer Platinchloridlösung prachtvoll blau. Diese Bildung von Diphenylamin aus dem Anilinblau spricht für die Richtigkeit der von Hofmann für diesen Körper gefundenen chemischen Zusammensetzung.

In ähnlicher Weise, wie sich Rosanilin-Blau durch Erhitzen von Rosanilin mit Essigsäure und Anilin bildet, erhält man nach A. W. Hofmann auch ein Toluidin-Blau oder Tritoluylrosanilin = $C_{41}H_{37}N_3$, wenn man essigsaures Rosanilin mit seinem doppelten Gewichte von Toluidin erhitzt und die Erhitzung fortsetzt, bis eine blaue Masse entstanden ist. Das Toluidinblau ist ebenfalls braun, schwach metallisch glänzend, löst sich in Weingeist mit indigblauer Farbe auf und bildet mit den Säuren blaue Salze. Bei der trockenen Destillation liefert es das Phenyltoluylamin = $C_{13}H_{13}N = (C_6H_5)\ (C_7H_7)\ H, N$, eine farblose, krystallinische, bei 87° schmelzende bei 334,°5 siedende, mit Salpetersäure blau werdende Basis.

Legt man in eine alkoholische mit Salpetersäure versetzte Lösung von Anilinblau ein blankes Zinkblech, so entfärbt sich die Lösung rasch und man erhält durch Zusatz von Wasser einen wenig krystallinischen, weißen Niederschlag, der durch Waschen mit Wasser und Lösen in Aether rein erhalten wird. Dieser Körper ist Triphenylleukanilin = $C_{20}H_{18}(C_6H_5)_3\ N_3$. Er wird durch Behandeln mit oxydirend wirkenden Stoffen wieder blau.

Der vielseitigen Anwendung des Anilinblaus, welches unter den blauen Farben sich ebenso sehr durch Schönheit der Farbe und Ergiebigkeit auszeichnet, wie das Fuchsin unter den rothen Farben, steht jedoch häufig seine vollständige Unlöslichkeit in Wasser im Wege, und selbst die Anwendung des Anilinblaus in der Färberei wird hierdurch mindestens erschwert nnd vertheuert. Man hat sich daher viel Mühe gegeben, das Anilinblau in einen im Wasser löslichen Zustand, in sogenanntes „Lösliches Blau“, Bleu soluble überzuführen. Die gewöhnliche Methode um dies zu erreichen besteht darin, daß man 1 Thl. gut getrocknetes, möglichst rein blaues Anilin in 10 Thln. auf 120—130° C. erhitzte concentrirte englische Schwefelsäure unter Umrühren allmälig einträgt und das Erhitzen so lange (ungefähr 2 Stunden) fortsetzt, bis sich alles Blau in der Schwefelsäure gelöst hat. Die erhaltene Masse trägt man nun vorsichtig in eine größere Menge von kaltem Wasser ein, wobei sich das Blau als voluminöser Niederschlag abscheidet, während noch eine bedeu-

21*

tende Menge von Roth, welches im Blau enthalten war, in der Lösung bleibt. Man filtrirt den Niederschlag ab, wäscht ihn mit wenig Wasser, neutralisirt mit verdünnter Natronlauge und trocknet die Masse, so hat man ein recht gut in Wasser lösliches Blau, welches jedoch noch meist röthlich aussieht. Verfasser dieses hat jedoch ein vollständig mit reinster prachtvoll blauer Farbe in Wasser lösliches Blau aus einer fremden Fabrik gesehen, woraus hervorgeht, daß auch die Bereitung eines ächten in Wasser löslichen Lichtblaus gelungen ist.

4. Das Anilingrün, Emerald green, Nachtgrün, Lichtgrün. — Dieser prachtvolle Farbstoff kann entweder aus Rosanilin oder aus Anilinblau dargestellt werden. Seine Bereitung ist jedoch ziemlich schwierig, wenig ergiebig und mißglückt leicht. Das schönste Grün erhält man wie Verfasser dieses gefunden, wenn man 1 Thl. Rosanilin in 40 Thln. Aldehyd auflöst, zu der Lösung 20 Thle. Salpetersäure von 40° B., 2 Thl. englische Schwefelsäure, 2 Thle. Salzsäure und zuletzt 20 Thle. gelbes Schwefelammonium hinzufügt und so lange sehr vorsichtig auf dem Wasserbade auf 60—70° C. erhitzt, bis die Flüssigkeit blaugrün geworden und an der Wandung des Gefäßes einen grünen Rand bildet. Würde man länger erhitzen, so würde sich die Masse unter heftiger Einwirkung und Bildung von salpetriger Säure zersetzen. Sowie die Flüssigkeit blau geworden, gießt man sie in 300 Thl. siedendes Wasser, wobei unter Abscheidung einer blaugrauen pulverigen Substanz eine prachtvoll grasgrüne Flüssigkeit entsteht, aus welcher durch vorsichtigen Zusatz von Soda der grüne Farbstoff gefällt werden kann. Leider läßt sich diese Vorschrift nicht wohl im Großen ausführen, indem sich beim Eingießen der blaugrün gewordenen Flüssigkeit in das kochende Wasser, ein fast unerträglicher, an Mercaptan erinnernder, Geruch entwickelt. In den meisten Fällen bedient man sich daher der Methode von Eusèbe, welche auf folgender Manipulation beruht: Man löst 150 Thle. schwefelsaures Rosanilin in 450 Thln. einer erkalteten Mischung von 3000 Thln. engl. Schwefelsäure und 1000 Thln. Wasser und versetzt die Lösung mit 225 Thln. concentrirtem Aldehyd. Dieses Gemisch erhitzt man im Sand-

bade so lange, bis ein Tropfen der Flüssigkeit schwach angesäuertes Wasser schön grün färbt, gießt es dann in eine kochende Lösung von 450 Thln. unterschwefligsaurem Natron in 30000 Thln. Wasser ein und unterhält die Flüssigkeit nur wenige Minuten im Kochen. Aus der schön aber etwas bläulichgrün gefärbten Flüssigkeit, kann der Farbstoff ebenfalls durch Zusatz von Soda niedergeschlagen werden. Der Niederschlag wird dann gesammelt, mit Wasser ausgewaschen und getrocknet.

Das Anilingrün erscheint als ein lebhaft grün gefärbtes, nicht krystallinisches, eigenthümlich schweflig riechendes Pulver, welches jedoch am Licht rasch verbleicht. Es ist unlöslich in Wasser, leicht mit prächtig grüner Farbe löslich in Weingeist, besonders nach Zusatz von etwas Schwefelsäure und dient vorzüglich zum Färben der Seide. Für Wolle ist es zu theuer. Ueberdieß besitzt das Anilingrün nicht das hohe Färbevermögen, wie die anderen Anilinfarbstoffe, und obschon die damit gefärbte Seide auch bei künstlichem Licht rein und prachtvoll grün erscheint, hat dieser Farbstoff doch nur eine viel beschränktere Anwendung gefunden, als die vorerwähnten.

5. Das Anilinbraun. — Bereits oben (s. S. 315) hatten wir mitgetheilt, daß die geringste Sorte von Fuchsin, als Naphtabraun in den Handel gebracht und zur Herstellung billiger und hübscher rothbrauner Nüancen benutzt wird. Außerdem hat man aber unter dem Namen Anilinbraun sehr verschiedene braune Farbstoffe, die jedoch häufig ohne Anilin bereitet wurden und meist nur wenig Anwendung gefunden haben, empfohlen. Ein wirkliches Anilinbraun soll man durch mehrstündiges Erhitzen von 1 Thl. Anilinblau oder Anilinviolett mit 4 Thln wasserfreiem salzsaurem Anilin auf 240° C. erhalten. Dasselbe zeichnet sich durch seine Löslichkeit in Wasser, Alkohol und Säuren aus. In neuester Zeit ist auch von F. Wise in London eine Vorschrift zur Darstellung von Anilinbraun mitgetheilt worden, die jedoch ziemlich unklar ist. Man soll nämlich 1 Thl. Rosanilin mit 1 Thl. Ameisensäure und 1/2 Thl. essigsaurem Natron zunächst auf 140° C. erhitzen, wobei eine dunkelbraune in Alkohol oder Holzgeist mit scharlachrother Farbe lösliche

Masse entsteht. Von dieser Masse soll man nun 1 Thl. mit 3 Thln. Anilinoel einige Zeit erhitzen, wodurch ein prächtiger brauner Farbstoff entstehe, den man nur vom überschüssigen Anilin zu trennen habe, um ihn verwenden zu können. Im Allgemeinen ist zu bemerken, daß die Färber sehr schöne braune Farben mit Benutzung der Farbhölzer so billig herzustellen verstehen, daß nur ein ganz billiges Anilinbraun Aussicht auf eine bedeutende Verwendung haben kann.

6. Anilingelb und Anilinorange. — Ueber die Darstellung eines schönen Anilingelb und eines Anilinorange haben wir schon im vorigen Jahrgang dieses Jahrbuches (s. S. 350) Mittheilung gemacht und bemerken hier nur, daß ähnlich wie beim Braun oftmals Farbstoffe unter diesen Namen in den Handel gebracht werden, welche weder Anilin enthalten, noch unter Anwendung von Anilin dargestellt worden sind. Nach Schiff erhält man ein schönes Anilingelb, wenn man 1 Thl. Anilin mit 2 Thln. zinnsaurem Natron verreibt und den dünnen Brei mit Salzsäure übersättigt. Es entsteht dann zunächst ein scharlachrother, in einer Mischung von Alkohol und Aether löslicher Farbstoff, dessen salzsaures Salz aus Aether in canthoridenglänzenden Blättchen krystallisirt. Alkalien fällen aus diesem Salz einen intensiv gelben flockigen Körper, welcher Seide und Wolle sehr haltbar färbt.

7. Das Anilinschwarz. — Die große Reihe der Anilinfarbstoffe wurde endlich noch durch die Entdeckung des Anilinschwarz vervollständigt. Leider ist es aber nicht gelungen, dieses schöne Schwarz, gleich wie die anderen Anilinfarbstoffe in reinem, unmittelbar zum Färben geeigneten Zustande darzustellen, sondern man kann diesen Farbstoff nur direct auf den Stoffen, die zu diesem Behufe mit Anilinsalzen und entsprechenden Beizen bedruckt werden, erzeugen, wodurch die Verwendbarkeit dieser sonst sehr dauerhaften, fast unzerstörbaren Farbe sehr beschränkt wird. Schon im vorigen Jahresbericht (s. S. 350) haben wir die Methode von Lauth zur Erzeugung des Anilinschwarz mitgetheilt. Seit dieser Zeit sind verschiedene andere hierauf bezügliche Vorschläge gemacht worden; namentlich hat Rosenstiehl darauf hingewiesen daß chlorsaures Ammoniak mit salzsaurem Anilin bei Gegenwart einer geringen Menge von Kupfer ein sehr schönes Schwarz liefert.

Zur Nachweisung der Anilinfarben auf den damit gefärbten Stoffen dienen besonders folgende Reaktionen.

Das Anilinroth erträgt das Kochen mit Seifenwasser von $1/_2$ Proc. Gehalt an Seife nicht, es wird bald heller und verschwindet auf Wolle ganz; beim Befeuchten der damit gefärbten Stoffe mit starker Sodalösung hält es sich ziemlich unverändert; beim Einlegen in Aetzammoniak wird es blaß rosenroth bis farblos, doch kömmt die Farbe, nachdem das Ammoniak verdunstet ist, auf der Faser wieder zum Vorschein; beim Befeuchten mit Citronensaft hält es sich ziemlich gut und beim Befeuchten mit einer Lösung von gleichen Theilen Zinnsalz, starker Salzsäure und Wasser wird es langsam, zuweilen unter vorübergehender Bläuung, entfärbt.

Das gewöhnliche Anilinviolett auf Zeugen, wird beim Befeuchten mit starker Salzsäure, oder mit einer Mischung gleicher Theile Zinnchlorür, conc. Salzsäure und Wasser grünlich, beim Einlegen in Wasser wieder violett und bleibt beim Einlegen in Aetzammoniak oder in eine Sodalösung unverändert. Ebenso verhält sich das Hofmann'sche Violett, nur mit dem Unterschiede, daß es durch Salzsäure oder Salzsäure und Zinnchlorür nicht grünlich, sondern gelb wird. In Wasser kömmt es aber ebenfalls wieder zum Vorschein.

Das Anilinblau wird durch verdünnte Salzsäure gar nicht, durch conc. Salzsäure oder eine Mischung von Salzsäure und Zinnchlorür nur wenig verändert, und die ursprüngliche Farbe kömmt beim Einlegen in Wasser wieder zum Vorschein; beim Einlegen in Natronlauge wird es allmälig violett und heller, beim Einlegen in Clorkalklösung wird es allmälig entfärbt.

Das Anilingrün wird beim Befeuchten mit conc. Salzsäure bald gelb, selbst farblos, doch erscheint die Farbe beim Einlegen in viel Wasser ziemlich wieder.

Das Anilinschwarz wird beim Einlegen in Salzsäure grünlich nüancirt, beim Eintauchen in eine Mischung von gleichen Theilen Zinnchlorür, Wasser und starker Salzsäure wird es schnell grün bis graugrün. In Wasser kömmt die Farbe nicht wieder zum Vorschein, wohl aber in Ammoniak.

Einige andere Farbstoffe.

Zugleich mit den Anilinfarben sind in den letztverflossenen Jahren verschiedene andere, zum Theil prachtvolle Farbstoffe dargestellt und zur praktischen Anwendung empfohlen worden. Dieselben haben sich jedoch aus verschiedenen Gründen in der Praxis nicht bewährt oder wenigstens nur sehr beschränkten Eingang gefunden. Die einen dieser Farbstoffe sind zu schwierig darstellbar, andere zu theuer, andere nicht haltbar oder nicht ergiebig genug oder sonst schwierig zu behandeln. In Betreff dieser Farbstoffe wollen wir uns daher mit einigen Andeutungen begnügen und uns für den Fall, daß durch spätere Erfindungen Fortschritte erzielt werden, auf einen folgenden Jahrgang fernere Mittheilungen vorbehalten. Ganz besonderes Interesse erregen seit einiger Zeit

die Naphtalin- oder Naphtylfarben. Der Rohstoff zur Darstellung dieser Gruppe von Farben ist ein fester Kohlenwasserstoff, nämlich des Naphtalin $= C_{10}H_8$ welches sich in bedeutender Menge bei der trockenen Destillation der Steinkohlen bildet, aus den schwerer flüchtigen Theilen des Steinkohlentheers, nachdem derselbe zur Entfernung der Carbolsäure mit Natronlauge geschüttelt worden, herauskrystallisirt und leicht in großer Menge gewonnen werden könnte. Zur Zeit ist es noch ziemlich werthlos. Um das rohe, aus dem Theer abgeschiedene Naphtalin zu reinigen, soll man dasselbe nach Thenius in der Wärme mit Aetznatronlauge von 15° B. digeriren und die Flüssigkeit erkalten lassen, wobei sich das Naphtalin als feste Kruste auf der braun gewordenen Lauge abscheidet und leicht abgehoben werden kann. Diese Kruste wird nun zwischen Fließpapier ausgepreßt, das ausgepreßte Naphtalin sublimirt und zuletzt durch Umkrystallisiren aus Alkohol vollständig gereinigt. Das reine Naphtalin sublimirt in rhombischen glänzenden Tafeln, ist vollkommen farblos, schmilzt bei 79°,2 und siedet bei 218°, beginnt jedoch schon bei weit niedrigerer Temperatur zu sublimiren; es besitzt ein spec. Gew. = 1,153, läßt sich leicht entzünden und brennt mit stark rußender Flamme, es ist geschmacklos, dagegen von eigenthümlichem schwach aromatischem Geruch, in Wasser nicht, in heißem Alkohol ziemlich, in Aether, ätherischen und fetten Oelen, Benzin und Schwefelkohlenstoff sehr leicht auflöslich.

Bei Behandlung mit Salpetersäure, Chlor etc. läßt es sich in verschiedene Substitutionsprodukte überführen, aus welchen durch weitere Zersetzungen Farbstoffe dargestellt werden können.

Eines der interessantesten Produkte dieser Art ist das Nitronaphtalin oder Nitrophtalin $= C_{10}H_7 (NO_2)$ Zu seiner Bereitung läßt man am besten fein geriebenes Naphtalin in der Kälte fünf bis sechs Tage lang unter öfterem Umrühren mit seinem sechsfachen Gewichte Salpetersäure von 1,33 spec. Gew. in Berührung und wäscht das entstandene Nitronaphtalin gut mit Wasser. Es krystallisirt in rhombischen schwefelgelben Säulen, löst sich nicht in Wasser, leicht in Alkohol und Aether, schmilzt bei 43° und sublimirt in höherer Temperatur, ohne sich zu zersetzen. Aus Nitronaphtalin kann man einen sehr intensiven gelben Farbstoff die Nitronaphtalinsäure $= C_{20} H_{14} N_2 O_5 + H_2 O$ bereiten, indem man 1 Thl. Nitronaphtalin mit 1 Thl. in möglichst wenig Wasser gelöstem Aetzkali und 2 Thl. gelöschtem Kalk in einem geschlossenen Gefäß im Oelbade auf 140°C. erhitzt und einen langsamen Luft- oder Sauerstoff-Gasstrom durchgehen läßt, bis die Masse nach 10—12 Stunden eine intensiv gelbe Farbe angenommen hat. Dieselbe wird dann mit Wasser ausgekocht, aus der Lösung durch Salzsäure die Nitronaphtalinsäure niedergeschlagen und aus verdünntem Weingeist umkrystallisirt. Sie krystallisirt in kleinen, sternförmig gruppirten Nadeln von strohgelber Farbe, schmeckt bitter, löst sich in Wasser, Alkohol, Holzgeist und Essigsäure und bildet mit dem Alkalien sehr intensiv gelb gefärbte Salze, welche wie die reine Säure ein bedeutendes Färbevermögen besitzen. — Ferner benutzt man das Nitronaphtalin zur Darstellung einer künstlichen organischen Basis, der Naphtylamins oder Naphtalidins $= C_{10}H_9N$. Dieses erhält man nach Böttger am leichtesten, indem man Nitronaphtalin in einem Glaskolben in der Siedhitze in der erforderlichen Menge von gewöhnlichem Weingeist auflöst, zu der Lösung ungefähr das gleiche Volumen käuflicher Salzsäure setzt und soviel Zinkstreifen hineingleiten läßt, daß sofort eine lebhafte Wasserstoffgasentwickelung eintritt. Man erhält in wenigen Minuten eine klare Lösung, aus der sich nach der Filtration beim Erkalten in einiger Zeit salzsaures Naphtylamin in schönen farblosen warzenför-

migen Krystallen ausscheidet. Aus dem salzsauren Naphtylamin läßt sich durch Ammoniak das reine Naphtylamin abscheiden. Dasselbe bildet weiße, feine lange Nadeln, sublimirt schon bei gelinder Wärme, schmilzt bei 50° und sein eigentlicher Siedepunkt liegt erst bei 300°; es riecht eigenthümlich unangenehm, schmeckt beißend bitter, färbt sich an der Luft langsam violett, welche Eigenschaft auch seine Salze besitzen, ist in Wasser kaum, in Alkohol und Aether leicht auflöslich. Behandelt man das Naphtylamin mit oxydirend wirkenden Stoffen, so geht es in einen purpurnen oder violetten Farbstoff, in das Oxynaphtylamin oder Oxynaphtalidin $= C_{10}H_9NO$ über, welches man am leichtesten erhält, indem man zu einer Auflösung von salzsaurem Naphtylamin in schwachem Weingeist allmälig eine Lösung von Eisenchlorid tröpfelt, die Flüssigkeit einige Stunden stehen läßt, den Niederschlag sammelt, aussüßt und im Vacuum trocknet. Das so bereitete Oxynaphtylamin, auch Naphtameïn genannt bildet ein leichtes, amorphes, dunkelpurpurfarbiges Pulver, das beim Erwärmen im feuchten Zustande dem Jod ähnlich riecht. Es ist unlöslich in Wasser und Alkalien, sehr wenig löslich in Weingeist, leicht mit Purpurfarbe in Aether, mit schön violetter Farbe in concentrirter Essigsäure und mit indigblauer Farbe in kalter concentrirter Schwefelsäure. Einen anderen granatrothen, dem Fuchsin ähnlichen Farbstoff, das Nitrosonaphtylin $= C_{10}H_8N_2O$ erhält man als Niederschlag, wenn man die wäßrige Lösung des salzsauren Naphtylamins mit einer wäßrigen Lösung von salpetrigsaurem Kali versetzt, den Niederschlag sammelt, mit Wasser aussüßt, in Weingeist löst und durch Verdunsten krystallisiren läßt. Das Nitrosonaphtylin erscheint in kleinen, goldgrün glänzenden, dem Fuchsin ähnlichen Krystallen, ist in Wasser und verdünnten Säuren nicht, in Alkohol und Aether dagegen leicht mit intensiv rother Farbe löslich, welche durch Säuren in Violett übergeht, durch Alkalien dagegen wieder hergestellt wird. Beim Erhitzen sublimirt es theilweise unzersetzt.

Außer dem Nitronaphtalin hat man auch das Binitronaphtalin $C_{10}H_6(NO_2)_2$ zur Erzeugung von Farbstoffen empfohlen. Man erhält dasselbe nach Troost, wenn man frisch bereitetes Nitronaphtalin in besonders zu diesem Zwecke

dargestellter, concentrirtester Salpetersäure von 50°B. unter Vermeidung der Erhitzung vertheilt und einige Zeit damit in Berührung läßt, bis die ganze Masse blaßgelb und krystallinisch geworden ist. Dieselbe besteht aus reinem Binitronaphtalin, welches man nur mit Wasser zu waschen braucht. Auch durch Kochen des Naphtalins mit Salpetersäure kann man dieses Produkt gewinnen. Es krystallisirt meist in feinen gelblichen Nadeln, schmilzt bei 185°, sublimirt nur bei sehr vorsichtigem Erhitzen unzersetzt; es ist nicht in Wasser, ziemlich schwierig in Alkohol löslich. Behandelt man das Binitronaphtalin mit reducirend wirkenden Stoffen, z. B. nach Roussin mit einer alkoholischen Zinnoxydullösung, so verwandelt es sich in einen violetten in Alkohol und Holzgeist löslichen Farbstoff, der sehr beständig sein soll. Löst man ferner das Binitronaphtalin in concentrirter Schwefelsäure und wirft in diese Lösung metallisches Zink, so scheidet sich ein rother Farbstoff aus, den man anfangs für identisch mit dem aus der Krappwurzel abscheidbaren Alizarin hielt und daher Naphtazarin nannte. Spätere Untersuchungen ergaben jedoch, daß das Naphtazarin dem Alizarin zwar ähnlich, aber nicht identisch ist.

Ein ferneres, als Farbstoff brauchbares Produkt des Naphtalins ist endlich die Chloroxynaphtalinsäure oder Chloroxynaphtalsäure $= C_{10}H_5ClO_3$, welche man durch Kochen von Chlornaphtalinbichlorür $= C_{10}H_7Cl_5$, einem Produkt der längeren Einwirkung von Chlor auf Naphtalin, erhält, wobei sich zunächst Chloroxynaphtalinchlorür $= C_{10}H_4Cl_2O_2$ bildet, welches beim Kochen mit einer weingeistigen Kalilösung unter Bildung von Chlorkalium in Chloroxynaphtalinsaures Kali übergeführt wird, aus dessen Lösung durch verdünnte Salzsäure das reine Chlornaphtalinbichlorür abgeschieden wird. Nach den Gebrüder Depouilly kann man das Chlornaphtalinbichlorür zugleich mit Naphtalinsäure leichter gewinnen, wenn man auf Naphtalin Salzsäure und chlorsaures Kali einwirken läßt. Die hierbei erhaltene Mischung von Chlornaphtalinbichlorür und Naphtalinbichlorür wird nun auf dem Wasserbade mit mäßig concentrirter Salpetersäure digerirt, wobei das Chlornaphtalinbichlorür in Chloroxynaphtalinchlorür, das Naphtalinbichlorür dagegen in Phtalsäure (s. unten) übergeführt

wird, welche letztere durch siedendes Wasser aufgelöst und aus der Lösung in Krystallen gewonnen werden kann, während man das zurückbleibende Chloroxynaphtalinchlorür durch siedende alkoholische Kalilösung auf die oben erwähnte Weise in Chloroxynaphtalsäure überführt. Diese krystallisirt in gelben durchsichtigen langen feinen Nadeln, ist in Wasser schwer, in Alkohol, Aether und Benzol leichter löslich, schmilzt bei 200° und läßt sich in höherer Temperatur unzersetzt sublimiren. Sie ist eine ziemlich starke Säure und bildet mit den Basen meistens sehr schön gefärbte Salze, die wie auch die reine Säure als Farbstoffe empfohlen worden sind und vielleicht eine Anwendung gefunden hätten, wenn nicht die Darstellung derselben, wie aus Obigem hervorgeht so äußerst umständlich wäre. Das Chloroxynaphtalinsaure Kali, Natron und Ammoniak sind in Wasser leicht lösliche, in rothen Nadeln krystallisirende Salze von bedeutender Färbekraft. Das Kalksalz erscheint in goldgelben seideglänzenden, in kaltem Wasser schwer löslichen Krystallen; das Barytsalz ist schön orangefarbig; das Thonerdesalz hat die Farbe des Krapproths; das Eisenoxydulsalz ist ein körniger fast schwarzer Niederschlag; das Kupfersalz ist lebhaft roth; das Zink- und Cadmiumsalz rothbraun; das Bleisalz roth; das Nickel- und Kobaltsalz granatroth; das Quecksilbersalz lebhaft roth; das Anilinsalz schön roth; das Rosanilinsalz grün und mit schöner grüner Farbe in Wasser löslich. Nach H. Köchlin kann die Chloroxynaphtalsäure durch Digestion mit überschüssigem Zink und Aetzammoniak in einen eigenthümlichen blauen Farbstoff übergeführt werden, der durch Säuren wie Lakmus roth, durch Alkalien, namentlich Ammoniak, blau wird.

Von praktischer Bedeutung ist endlich auch noch die Phtalsäure $= C_8H_6O_4$, welche zugleich mit der Chloroxynaphtalinsäure bei der eben beschriebenen Behandlung des Naphtalins, so wie auch durch anhaltendes Kochen von Naphtalin mit Salpetersäure gewonnen werden kann. Die Phtalsäure krystallisirt in weißen Blättchen oder durchsichtigen Tafeln, löst sich wenig in kaltem, leicht in heißem Wasser, Alkohol und Aether auf, läßt sich ohne Zersetzung sublimiren und zerfällt beim Erhitzen mit überschüssigem Kalihydrat zu Benzol und Kohlensäure. Sie entsteht übrigens auch beim Er-

hitzen des Alizarins mit Salpetersäure. In neuerer Zeit hat man nun in Frankreich angefangen, die Phtalsäure zur Fabrikation von Benzoësäure zu benutzen, zu welchem Behufe man neutralen phtalsauren Kalk mit 1 Aeq. Kalkhydrat vermischt und die Mischung bei Abschluß der Luft einige Stunden lang einer Temperatur von 330°—350°C. aussetzt, wobei sich benzoësaurer und kohlensaurer Kalk bildet und aus dem gewonnenen Produkte die Benzoësäure leicht durch Salzsäure abgeschieden werden kann.

Eine andere Gruppe von Farbstoffen, welcher man ebenfalls schon seit längerer Zeit eine besondere Beachtung schenkte, sind die sogenannten Phenylfarben, welche aus dem Phenylalkohol, auch Phenylsäure, Carbolsäure, Phenol genannt = C_6H_6O dargestellt werden können. Der Phenylalkohol wird bekanntlich aus dem zwischen 150 und 200°C. destillirenden Theil des Steinkohlen= oder Braunkohlentheers dadurch gewonnen, daß man diese Destillate zunächst mit Aetznatronlauge schüttelt, welche die Phenylsäure abscheidet und die abgeschiedene Säure durch Destillation reinigt. Die reine Phenylsäure krystallisirt in farblosen langen Nadeln, wird jedoch meistens wegen eines geringen Wassergehaltes nicht fest, sondern als farblose oder bräunliche Flüssigkeit erhalten; sie besitzt einen starken, kreosotartigen Geruch, schmeckt brennend und ätzend; ihre Krystalle schmelzen bei 34—35°; sie destillirt bei 188° und besitzt im geschmolzenen Zustande ein spec. Gew. = 1,0597. In Wasser ist sie wenig, in Alkohol, Aether und concentrirter Essigsäure leicht löslich. Sie ist wegen ihrer fäulnißwidrigen Eigenschaften schon längst als eines der wirksamsten Desinfectionsmittel bekannt und im Gebrauch, wirkt im concentrirten Zustande sehr giftig, wird aber dennoch, besonders in ihrer Verbindung mit Natron, als carbolsaures Natron und in genügender Verdünnung sowohl äußerlich bei Wunden, als innerlich z. B. gegen die Cholera angewandt. Aus der Phenylsäure können verschiedene Farbstoffe dargestellt werden, ganz besonders Pikrinsäure, oder Trinitrophenol = $C_6H_3(NO_2)_3O$, welche man durch Behandeln der Phenylsäure mit ihrem sechsfachen Gewichte Salpetersäure von 36°B. bereitet und welche trotz ihrer Feuergefährlichkeit und Giftigkeit

gegenwärtig als gelber Farbstoff eine sehr bedeutende Verwendung findet. Ferner gewinnt man aus der Phenylsäure durch Behandlung derselben mit Salpetersäure und Schwefelsäure das Phenylbraun (vergl. den vorigen Jahrg.; S. 351), welches jedoch zur Zeit noch keine bedeutende Verwendung gefunden hat. Einen sehr schönen scharlachrothen Farbstoff, das sogenannte Corallin = C_5H_4O erhält man nach Kolbe und Schmitt durch Erhitzen von 1½ Thln. Phenylalkohol mit 1 Thl. Oxalsäure und 2 Thln. concentrirter Schwefelsäure auf 140—150°C. Nach 4 — 5 Stunden entsteht eine dunkelbraunrothe Masse, aus welcher der Farbstoff rein abgeschieden werden kann. Das Corallin ist unlöslich in Wasser, leicht löslich mit prachtvoll rother Farbe in Ammoniak und Kalilauge, wird jedoch durch Säuren schmutzig gelb und läßt sich nur schwierig auf die Stoffe bringen, welche Uebelstände die allgemeine Anwendung dieses prachtvollen Farbstoffes sehr beeinträchtigen. Erhitzt man das Corallin mit Anilin, so erhält man einen blauen Farbstoff, das Azulin oder Azurin, welches aber ebenfalls keinen Eingang in die Praxis gefunden hat.

Eiweißartige Stoffe und verwandte Körper.

Die eiweißartigen Stoffe sind, trotzdem daß sich die geschicktesten Chemiker mit der Untersuchung derselben beschäftigt haben, immer noch so unvollständig bekannt, daß es sogar oft schwer fällt, dieselben von einander zu unterscheiden. In dieser Hinsicht hat Hoppe-Seyler einige sehr schätzenswerthe Beiträge zur besseren Erkennung und Unterscheidung derselben geliefert, die wir hier nebst anderen dazu gehörigen Notizen folgen lassen. Hoppe-Seyler unterscheidet besonders: das Serin oder Serumalbumin, das Eieralbumin, das Caseïn und die Albuminate, das Paralbumin, das Syntonin, das Myosin, das Fibrinogen und die fibrinoplastischen Substanzen, das Fibrin und die coagulirten Eiweißstoffe.

Das Serin oder Serumalbumin, Blutalbumin, findet sich neben anderen Eiweißstoffen besonders im Blutserum der Wirbelthiere, in der Lymphe, im Chylus, in Tran-

sudaten und pathologischen Cystenflüssigkeiten, im Harn bei Nierenkrankheiten, im Colostrum und in geringer Menge in der Milch. Man erhält es aus Blutserum und Hydroceleflüssigkeit durch Verdünnen mit 20 Volumen Wasser und Ausfällen der das Serum begleitenden Albuminstoffe durch vorsichtigen Zusatz von Essigsäure oder anhaltendes Einleiten von Kohlensäure. Die nach 24 Stunden abfiltrirte Flüssigkeit wird bei 40°C. eingedampft und durch Dialyse von den Salzen getrennt oder mit Bleiessig gefällt und der Niederschlag mit Kohlensäure zersetzt. Das reine Serumalbumin bildet mit Wasser eine klare, nicht fadenziehende Lösung deren specifische Drehung für die Frauenhofersche Linie D —56° beträgt. Unmittelbar nach der Fällung durch Weingeist ist es in Albuminat und coagulirtes Eiweiß verwandelt. Es wird durch Kohlensäue, Phosphorsäure, Weinsäure, auch durch verdünnte Mineralsäuren nicht gefällt, aber allmälig verändert und zwar um so rascher, je höher die Temperatur je concentrirter die Säure. Aetzende Alkalien erzeugen (beim Neutralisiren fällbare) Alkalialbuminate. Sehr concentrirte Lösungen von Serin erstarren (jedoch nie so hart wie Eieralbumin) bei tropfenweisem Zusatz von starker Kalilauge zu einer durchsichtigen Gallerte. Ganz neutrale Lösungen coaguliren bei 72—73°C. Säuren oder Salze (am meisten beide zugleich) erniedrigen, Alkalien erhöhen die Coagulationstemperatur. Durch Schütteln mit Aether wird das Serin nicht gefällt. Bekanntlich hat das möglichst gereinigte Blutalbumin in neuerer Zeit eine nicht unbedeutende technische Verwendung gefunden, namentlich als Verdickungsmittel in der Zeugdruckerei, sowie als Mittel zur Klärung des Zuckersaftes. Die Fabrikation des Blutalbumins wird nach V. Richter folgendermaßen ausgeführt. Das Blut der geschlachteten Thiere wird in runden Schüsseln von Zinkblech, die einen circa 3 Zoll hohen Rand haben, aufgefangen, so daß es in diesen Schüsseln nur etwa eine 2 Zoll hohe Schicht bildet. Die so gefüllten Schüsseln setzt man sofort an einen ruhigen Ort, damit das Blut in denselben ohne Störung gerinnen kann, was zur Erzielung eines wenig gefärbten Blutalbumins besonders nöthig ist. Sobald das Blut geronnen, wobei sich ein Theil des darin enthal-

tenen Serums auf der Oberfläche ausscheidet, so wird der feste Blutkuchen, der das meiste Serum in sich einschließt, in eine andere, mit einem siebartig durchlöcherten Boden versehene Schüssel, die sogenannte Siebschüssel gethan und in dieser in lauter kleine Würfel zerschnitten. Durch das Sieb tropft nun in circa 3 Minuten das mit Blutkügelchen gemischte Serum, soweit erstere durch das Zerschneiden aus ihrer Verbindung gelöst worden sind, ab. Ist das geschehen, so läuft nur noch ziemlich reines Serum ab. Um das Serum aufzufangen, stellt man die Siebschüsseln auf sogenannte Röhrenschüsseln, in deren Boden, der etwas gewölbt (mit der concaven Seite nach innen) sein muß, ein verstellbares Röhrchen angebracht ist. Man läßt jetzt alles im Blutkuchen enthaltene Serum die Nacht über ausfließen; dasselbe sammelt sich in der Röhrenschüssel an, wobei vorher das Röhrchen so weit empor geschoben worden, daß die Mündung desselben über dem wahrscheinlichen Niveau des sich ansammelnden Serums steht; die noch darin enthaltenen fremden Theile setzen sich nun zu Boden. Um das klar gewordene Serum abzulassen, hat man jetzt nur nöthig, das Röhrchen mit seiner oberen Mündung behutsam bis unter die Oberfläche des Serums zu ziehen und das abfließende Serum in einem Gefäße aufzusammeln. Das so erhaltene klare Serum wird endlich in flachen viereckigen Tassen von Porzellan oder Zink der Einwirkung erhitzter Luft von anfänglich 35°, bis höchstens 42° C. ausgesetzt und hierdurch rasch getrocknet. Damit die, durch das Verdampfen der flüssigen Theile des Serums mit feuchten Dünsten geschwängerte Luft nicht hindernd auf den Proceß der Trocknung einwirkt, ist es nöthig in den Trockenkammern für guten Luftabzug Sorge zu tragen, weil im anderen Falle der Eiweißstoff in Fäulniß übergehen würde. Aus demselben Grunde darf das Blut-Eiweiß nur in dünnen Schichten von höchstens $^1/_8$ Zoll Höhe in die Tassen gegossen werden, weil es sonst zu lange dauern würde, ehe es trocknet und weil es dann jedenfalls in Fäulniß übergehen würde. Das I^a Blutalbumin ist nun fertig und wird so in den Handel gebracht. Nach B. Richter ist das Serum der verschiedenen Thiere in der Färbung etwas verschieden, so liefert z. B. das Blut von

Büffeln, die in Ungarn in großer Zahl geschlachtet werden ein ziemlich farbloses Serum und daher auch das beste Blutalbumin. Gewöhnliche Rinder geben am meisten goldhelles aber zum Theil auch braunstichiges und rothstichiges Serum ab. Die letzteren beiden Sorten werden mit zur II^a Waare verarbeitet, zu welcher alles das genommen wird, was zu I^a untauglich erscheint. Uebrigens ist natürlich auch das Blutquantum von verschiedenen Thieren nicht gleich. Man gewinnt z. B. von einem Ochsen durchschnittlich drei, von einer Kuh nur zwei Schüsseln voll Blut. Die Angabe, daß zur Gewinnung von Blutalbumin das frisch abgeflossene Blut gerührt werden müße, ist nach B. Richter unrichtig, indem man durch das Rühren dem Blute den Faserstoff entziehe, dadurch das Gerinnen des Blutes und die Abscheidung eines reinen Serums verhindere. Aus den letzten, dem Blutkuchen noch abzugewinnenden flüssigen Theilen kann man noch ein schwarzes undurchsichtiges Albumin III erhalten. Das Albumin I ist durchsichtig, hellgeblich und wird in der Zeugdruckerei anstatt dem Eieralbumin für dunklere Farben verwendet. Das Blutalbumin II^a ist durchscheinend und dunkelgrün und nur noch zum Schwarzdruck oder für Klärzwecke bei der Zuckerfabrikation brauchbar. Auch das Albumin III eignet sich für Klärzwecke und der getrocknete Blutkuchen ist ein vorzügliches Material zur Blutlaugensalzfabrikation oder auch ein vorzügliches Düngemittel. Die größte Fabrik für Eier- und Blutalbumin, Lactin und dergl. in Oesterreich ist die des Herrn Julius Hofmeier in Prag und Wien.

2. Das Eieralbumin wird nur im Eiweiß des Vogeleis gefunden. Am reinsten (farblosesten) ist das Eiweiß des Kibitzei; das daraus bereitete Albumin gleicht einem krystallklaren Glase. Auch die Eier der Hühner, Gänse und Enten liefern ein sehr schönes farbloses Albumin. zur Abscheidung desselben für technische Zwecke trennt man das Eiweiß vom Dotter, schlägt es mit etwas Wasser und läßt es je nach der Temperatur 12—24 Std. ruhig stehen, wobei sich die Häutchen und der sogenannte Hahnentritt von selbst ausscheiden, indem sie sich obenauf in Form von dichter schlieriger Masse und am Boden des Gefäßes in Form von Flocken setzen. Ist dies geschehen, so wird der nunmehr reine

Eiweißstoff durch einen zwei Zoll über dem Boden des Gefäßes seitlich angebrachten Hahn abgezogen und in gleicher Weise wie das Blutalbumin getrocknet. Das Eieralbumin zeichnet sich durch seine Farblosigkeit aus, löst sich, wenn es bei nicht zu hoher Temperatur getrocknet worden, wie das Blutalbumin vollständig in Wasser, bildet eine farblose Lösung und eignet sich daher in der Zeugdruckerei selbst als Bindungsmittel für die zartesten hellsten und subtilsten Farben, während man selbst das beste Blutalbumin immer nur für dunklere Farben als Bindemittel benutzen kann. Um das Eieralbumin chemisch rein darzustellen, soll man es durch Leinwand pressen, in einer Kohlensäureatmosphäre filtriren und bei 35—40° C. eindampfen, nachdem man es vorher in gleicher Weise von salzigen Beimischungen durch die Dialyse oder durch Fällen mit Bleiessig befreit hat, wie oben beim Serumalbumin erwähnt wurde. Das specifische Drehungsvermögen einer wäßrigen Eialbuminlösung ist (unabhängig von der Concentration) — 35°,5 für D. Alkohol verwandelt es sogleich in coagulirtes Albumin. Beim Vermischen mit Salzsäure entsteht zuerst Trübung, dann Fällung einer in Wasser wie in rauchender Salzsäure schwer löslichen Verbindung. Concentrirte Kalilauge verwandelt eine concentrirte Lösung von Eialbumin in eine durchsichtige feste Gallerte unter bedeutender Steigerung des Drehungsvermögens. Aether bewirkt beim Schütteln mit der wässrigen Lösung allmälig völlige Gerinnung.

3. Das Caseïn und die Albuminate. Durch Behandlung mit starker Kalilauge erleiden alle Albuminstoffe eine tiefgreifende Veränderung unter Bildung von Albuminaten, die sich untereinander durch Verschiedenheit in der specifischen Drehung und vom Caseïn darin unterscheiden, daß dieses mit Kalilauge Schwefelkalium erzeugt. Sowohl das Caseïn als die Albuminate sind unlöslich in Wasser und Kochsalzlösung, aber leicht löslich in Wasser, das sehr verdünnte Salzsäure oder etwas Alkali enthält. Sie werden bei Abwesenheit phosphorsaurer Salze durch Neutralisiren ihrer Lösung ausgefällt. Ist jedoch ein phosphorsaures Alkali zugegen, so entsteht erst bei stärkerem Ansäuern eine Fällung. Bei Gegenwart von etwas Alkali sind sie in heißem Weingeist ziemlich löslich. Der beim Neutralisiren der schwach sauren oder

schwach alkalischen Lösung entstehende Niederschlag ist flockig, faserig, nicht gallertartig. Das Caseïn wird aus Milch durch Eintragen von schwefelsaurer Magnesia gefällt.

4. Paralbumin. Dieser Eiweißstoff ist bis jetzt nur in den Ovarialcysten gefunden worden und unterscheidet sich vom Caseïn und den Albuminaten durch seine zähe, fadenziehende Beschaffenheit und die Nichtfällbarkeit durch schwefelsaure Magnesia. Von den Albuminen unterscheidet es sich durch seine Löslichkeit in Wasser nach erfolgter Fällung durch Alkohol; ferner durch seine Fällbarkeit durch Essigsäure oder Kohlensäure in sehr verdünnter wässriger Lösung. Der aus dieser letzteren Lösung erhaltene Niederschlag ist in Chlornatriumlösung unlöslich, wird aber durch überschüssige Essigsäure und sehr verdünnte Salzsäure oder Kalilauge leicht aufgenommen. Die specifische Drehung für die Linie D in schwach alkalischer Lösung schwankt zwischen —59 und —64.

5. Syntonin oder Parapepton. Dieses entsteht aus dem Myosin (s. unten) bei der Auflösung desselben in sehr verdünnter Salzsäure, oder aus allen Albuminstoffen (in geringerer Menge aus coagulirtem Eiereiweiß) bei der Lösung in concentrirter Salzsäure. Wasser fällt aus solchen Lösungen salzsaures Syntonin. Zur Darstellung des Syntonins löst man z. B. coagulirtes Eieralbumin oder reines Fibrin in rauchender Salzsäure, fällt das entstandene Syntonin durch Wasser, preßt den Niederschlag aus, löst ihn in Wasser, welches ihn wegen seines Salzsäuregehaltes aufnimmt und fällt durch vorsichtigen Zusatz von kohlensaurem Natron. Das Syntonin erscheint im frisch gefällten Zustande gallertartig, flockig, ist in reinem Wasser unlöslich, ebenso in Kochsalzlösung, löst sich dagegen in sehr verdünnter Salzsäure und in kohlensauren Alkalien. Seine Lösungen in verdünnten Alkalien werden bei Gegenwart von phosphorsauren Alkalien durch Kohlensäure gefällt. In salzsaurer Lösung zeigt das Syntonin für gelbes Licht, unabhängig von der Concentration die specifische Drehung —72°. Mit starker Essigsäure giebt es eine mit Wasser nicht völlig lösliche Gallerte.

6. Das Myosin ist nach Kühne ein Hauptbestandtheil des durch Todtenstarre geronnenen Muskelbündelinhaltes. Zu seiner Darstellung wäscht man die zerkleinerten Muskel-

bündel erst mit Wasser aus, preßt sie und behandelt den ausgepreßten Rückstand mit einer Mischung von 1 Vol. gesättigter Kochsalzlösung und 2 Vol. Wasser, wobei man eine schleimige Flüssigkeit erhält, aus welcher durch Wasser oder Kochsalz das Myosin gefällt werden kann. Das Myosin ist unlöslich in Wasser und gesättigter Kochsalzlösung, ziemlich löslich in Salzwasser, welches nicht über 10 Proc. Kochsalz enthält, leicht löslich in sehr verdünnter Salzsäure nnd daraus durch kohlensaures Natron wieder fällbar. In seiner salzsauren Lösung geht es jedoch allmälig in Syntonin über. In verdünnten Alkalien löst es sich unter Bildung eines Albuminates und beim Erhitzen gerinnt es bei um so niedrigerer Temperatur, je saurer die Lösung ist. Im Eidotter, in der Krystalllinse des Auges und einigen Cystenflüssigkeiten finden sich ähnliche Albuminstoffe.

7 und 8. *Fibrinogene und fibrinoplastische Substanzen.* Diese Substanzen finden sich im Blutplasma, in Transudaten, sowie im circulirenden Blute und unterscheiden sich vom Myosin dadurch, daß sie Fibrin bilden, wenn sie in möglichst neutraler Lösung zusammentreten. Sie vereinigen sich zu Fibrin, so wie das Blut den Organismus verläßt. Um die auf solche Weise vorsichgehende *Bildung des Fibrins* nachzuweisen, fällt man z. B. aus mit 20 Vol. Wasser verdünntem Blutserum durch Essigsäure oder Kohlensäure die fibrinoplastische Substanz und ebenso aus dem Herzbeutelwasser des Kindes oder aus der Hydroceleflüssigkeit, die fibrinogene Substanz, löst die eine in wenig verdünnter Kochsalzlösung und bringt die andere in gleicher Menge noch feucht mit dieser Lösung in Berührung. Bei gelindem Erwärmen entsteht dann ein in Salzwasser unlösliches Gerinnsel von Fibrin.

9. Das *Fibrin* entsteht auf die eben mitgetheilte Weise und ist als Faserstoff des Blutes und der Lymphe bekannt. Es unterscheidet sich von allen obigen Albuminstoffen durch seine Unlöslichkeit in Wasser, sehr verdünnter Salzsäure oder Kochsalzlösung. In nicht gesättigter Kochsalzlösung quillt es auf, ebenso in einer wäßrigen Lösung von Salpeter.

10. Die *coagulirten Albuminstoffe* sind ebenso unlöslich wie das Fibrin, aber nicht elastisch und zähe, sondern spröde und brüchig; auch quellen sie in Salzwasser nicht

auf. Durch starke Alkalien werden sie zu Albuminaten gelöst, durch rauchende Salzsäure in Syntonin umgewandelt. Im Magensaft lösen sie sich bei einer Temperatur von 30 — 45° C.

Kleber vom Weizenmehl. Wenn man Weizenmehl mit etwas Wasser anrührt und mit den Händen bearbeitet, so erhält man bekanntlich einen ziemlich plastischen festen Teig. Diese Eigenschaft, mit Wasser einen solchen Teig zu bilden, verdankt das Weizenmehl nicht seinem Gehalte an Stärkemehl; denn das reine Stärkemehl vertheilt sich im Wasser, wie Kalk zu feinem Pulver, sondern seinem Gehalte an einer eiweißartigen Substanz, wovon man sich besonders leicht überzeugen kann, wenn man das Mehl in ein Säckchen von dünner Leinwand bindet und in diesem unter einem darauf fließenden schwachen Strahle von Wasser so lange knetet, bis das abfließende Wasser von den durch die Poren getretenen und vom Wasser mit fortgespülten Stärkekörnchen nicht mehr milchig getrübt erscheint, bis also möglichst alle Stärkekörnchen aus dem Mehle ausgewaschen sind. Oeffnet man nun das Säckchen, so findet man, daß in demselben eine etwas gelbliche oder graue durchscheinende, ungemein elastische und in dieser Hinsicht an Kautschuk erinnernde Substanz zurückgeblieben ist. Diese Substanz hat man „Kleber“ genannt, jedoch bald gefunden, daß sie ein Gemenge mehrerer Körper ist. In neuerer Zeit hat man vier verschiedene Eiweißstoffe aus dem Kleber abgeschieden und kann hierbei nach Ritthausen folgendermaßen verfahren: Zunächst wird der frisch dargestellte, mit Wasser gut ausgewaschene Kleber bei gewöhnlicher Temperatur mit verdünnter Kalilauge (100 Wasser und 3—4 Aetzkali) mehrere Tage in Berührung gelassen, wobei er sich vollständig auflöst und die ihn verunreinigenden Hülsetheilchen und noch darin zurückgebliebenen Stärkekörnchen als Bodensatz zurückbleiben, so daß man die Lösung leicht klar davon abgießen kann. Diese Kleberlösung wird nun mit einem geringen Ueberschusse von Essigsäure versetzt und hierdurch der Kleber wieder gefällt. Der erhaltene Niederschlag wird gesammelt und ohne Erwärmung succesive mit Alkohol von 60 Proc., von 80 Proc., zuletzt mit absolutem Alkohol behandelt und der ungelöst gebliebene Theil im luftleeren Raum getrocknet. In den weingeistigen Aus=

zügen befindet sich das sogenannte Gliadin d. h. ein Gemenge von Pflanzenleim, Pflanzenfibrin und Mucin. Der in Weingeist unlösliche Theil (früher Pflanzenfibrin genannt) ist nach Ritthausen Para-Caseïn (vielleicht identisch mit Legumin, dem Eiweißstoff der Hülsenfrüchte), eine weißgraue, voluminöse erdige Substanz, in Wasser und Weingeist nicht, dagegen in essigsäure- oder weinsäure-haltigem Weingeist etwas, in sehr verdünnten Alkalien ohne Zersetzung zur klaren, bräunlichgelben, beim Stehen an der Luft sich trübenden Flüssigkeit löslich. Aus der weingeistigen Lösung scheidet sich beim Verdunsten zunächst das Pflanzenfibrin ab. Dieses ist bräunlichgelb, zäh, nach dem Trocknen hornartig und dadurch characterisirt, daß seine Lösung in kaltem Weingeist beim Verdunsten eine sich stets erneuernde weiche Haut absondert und daß es sich aus der Lösung in heißem Weingeist beim Erkalten fast vollständig wieder abscheidet. In Wasser ist es unauflöslich. Dann fällt man aus der Lösung das Mucin. Dieses ist gelbweiß, schleimig, seideglänzend, nach dem Trocknen spröde, rissig und bröcklich, löst sich sehr leicht in 60—70 procentigem Weingeist und wird aus dieser Lösung durch 90 procentigen Weingeist flockig gefällt, worauf seine Trennung vom Pflanzenleim und seine Abscheidung beruht. In verdünnten Säuren und Alkalien ist das Mucin auflöslich. Der zuletzt übrig bleibende Pflanzenleim, auch Glutin genannt, zeichnet sich dadurch aus, daß er sich nicht nur in Alkohol, sondern auch in kochendem Wasser löst. Nach dem Trocknen erscheint er als eine erdige, leicht zerreibliche Masse.

Ueber das thierische Mucin oder den thierischen Schleim hat E. Eichwald in neuerer Zeit ausführliche Mittheilung gemacht. Zur Darstellung desselben kann man am besten die Weinbergsschnecke benutzen und verfährt damit folgendermaßen: die von der Schale befreiten Schnecken werden in kleine Stückchen zerschnitten und mit gereinigtem Sande zum dicken Brei verrieben. Diesen Brei kocht man tüchtig mit Wasser aus, filtrirt die heiße dickliche Mucinlösung ab und fällt daraus durch einen Ueberschuß von sehr verdünnter Essigsäure, das Mucin als schmutzig grauen flockigen Niederschlag Dieser Niederschlag wird erst mit essigsäurehaltigem, dann mit etwas reinem Wasser gewaschen und mit einer

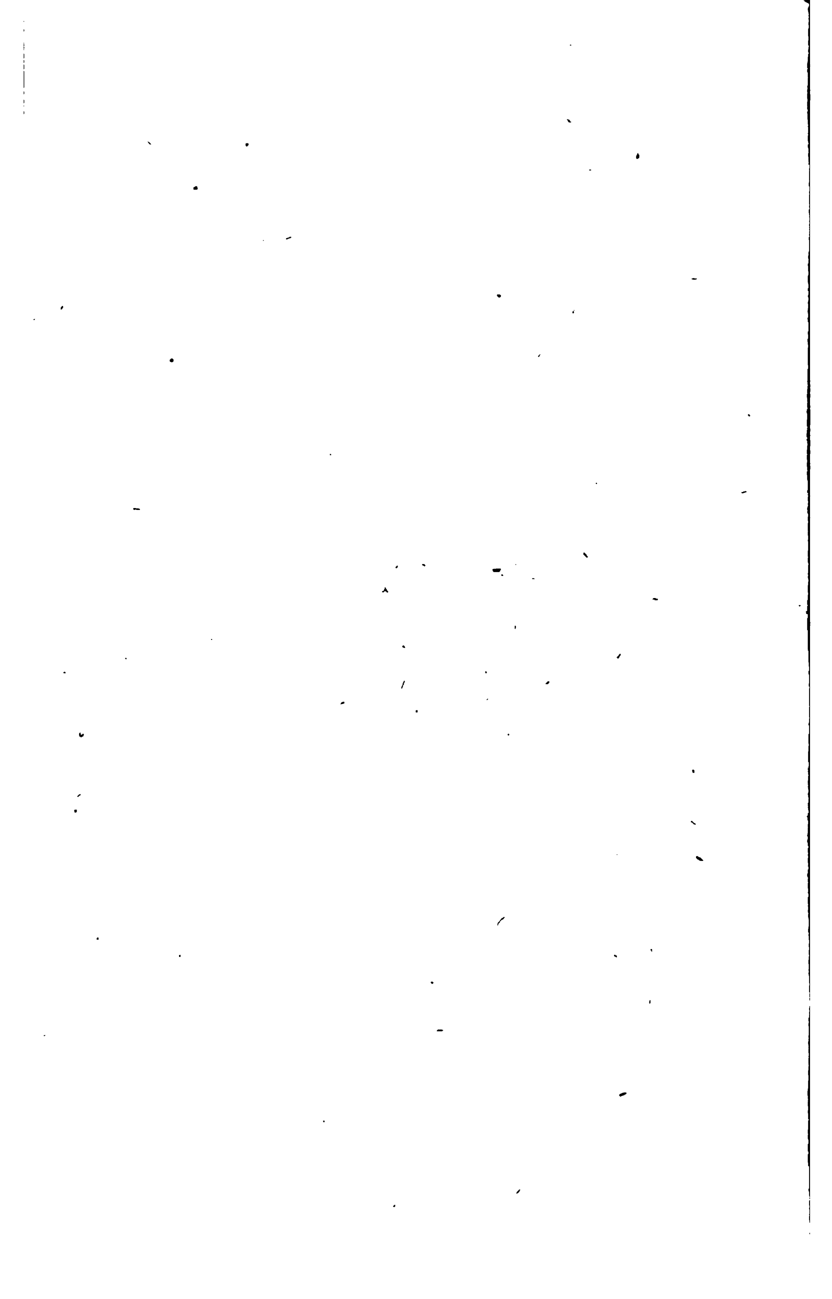
ziemlich verdünnten, aber überschüssigen Lösung von Kalk ineinem verschlossenen Gefäße über Nacht stehen gelassen, wobei das Mucin allmälig in Lösung geht. Diese Lösung wird filtrirt und das Mucin aus derselben durch einen großen Ueberschuß von concentrirter Essigsäure wieder ausgefällt, mit essigsäurehaltigem, zuletzt mit reinem Wasser gewaschen und wenn dabei das Mucin aufquillt, etwas Alkohol darauf gegossen. Das ausgewaschene Mucin wird unter starkem Alkohol aufgehoben. Das Mucin ist in Wasser unlöslich, quillt aber darin so leicht und so stark auf, daß eine solche Flüssigkeit trübe erscheint und ihre einzelnen Schichten allmälig undurchsichtiger werden und ohne scharfe Grenze in den halbflüssigen homogenen Bodensatz übergehn. Gewisse Salzlösungen, besonders Kochsalzlösung begünstigen dieses Aufquellen sehr bedeutend. Salzwasser, welches Mucin enthält, schäumt stark, während reines mucinhaltiges Wasser, diese Eigenschaft nicht besitzt. Durch Weingeist und verdünnte Säuren wird das in Waser vertheilte Mucin sofort in bestimmten compacten Flocken niedergeschlagen. In Alkalien und alkalischen Erden ist das Mucin leicht auflöslich und wendet man nur so viel Alkali an, daß ein Theil des Mucins ungelöst bleibt, so erhält man eine gesättigte Lösung, die neutral reagirt. Neutrale oder schwach alkalische Lösungen von Mucin werden nicht gefällt durch Sublimat-, Eisenchlorid-, Kupfervitriol-, Höllenstein-, Bleizucker- und Tanninlösung, dagegen vollständig durch Bleiessig. Durch Kochen verändern sich diese Mucinlösungen nicht, auch von Verdauungsflüssigkeit wird es nicht angegriffen und kann überhaupt nach Eichwald nicht mehr zu den wirklichen Eiweißstoffen gerechnet werden, sondern entsteht im thierischen Körper aus denselben, ist also ein Umwandlungsprodukt von Eiweißkörpern. Im getrockneten Zustande bildet das Mucin eine braune, leimähnliche, sehr schwer zerreibliche Masse, die in kaltem und in kochendem Wasser nicht mehr aufquillt, keinen Schwefel enthält, beim Verbrennen keine Asche hinterläßt und nach dem Trocknen bei 110° C. im Mittel aus 48,90 Proc. Kohlenstoff, 6,81 Proc. Wasserstoff, 8,50 Proc. Stickstoff und 35,75 Proc Sauerstoff besteht.

Ueber die chemische Zusammensetzung der Seide ist man erst in neuerer Zeit zu zuverlässigen Resultaten ge-

langt. Nach Mulder sollte der Faden der rohen Seide aus drei verschiedenen Schichten bestehen, nämlich aus der innersten Schicht von Fibroïn oder eigentlicher Seidensubstanz, aus einer rund darum herumliegenden mittleren Schicht eines leimartigen und daher Seidenleim oder Seidengallerte genannten Körpers und aus einer äußeren Schicht eines eiweißartigen Körpers. Es war schwer zu begreifen, wie sich diese drei Schichten beim Spinnen des Fadens durch die Seidenraupe zu bilden vermochten und es kann daher nicht überraschen, daß neuere genauere Untersuchungen, welche von Städeler und von Cramer ausgeführt wurden, zu dem Resultate geführt haben, daß der Rohseidenfaden kein Albumin, überhaupt keinen eiweißartigen Stoff enthält, sondern nur aus zwei Schichten besteht, nämlich der äußern Schicht von Seidenleim und dem inneren Kern von Fibroïn. Der Seidenleim oder Sericin = $\text{€}_{15}H_{25}N_5\Theta_8$ kann der Seide durch anhaltendes Kochen mit Wasser oder durch concentrirte Essigsäure entzogen werden und erscheint im getrockneten Zustande als ein farbloses, geruchloses Pulver; in kaltem Wasser quillt das Sericin sehr bedeutend auf, in kochendem Wasser löst es sich leichter, als gewöhnlicher Leim. Seine Lösung giebt mit Tannin einen weißen flockigen Niederschlag und beim Erhitzen mit Schwefelsäure zersetzt sich das Sericin, wie das Fibroïn zu Leucin und Tyrosin. Außerdem bildet sich aber hierbei noch ein neuer Körper, das Serin = $\text{€}_3H_7N_3\Theta_3$, welches in klinorhombischen harten Prismen krystallisirt, farblos ist, schwach süßlich schmeckt und sich leicht in Wasser auflöst. Der eigentliche Seidenstoff oder das Fibroïn ist = $\text{€}_{15}H_{23}N_5\Theta_6$ enthält also 1 Atom Sauerstoff Θ und die Bestandtheile von einem Atom Wasser $H_2\Theta$ weniger, als das Sericin. Ueber den Zusammenhang der beiden Bestandtheile des Seidenfadens hat P. Bolley den befriedigendsten Aufschluß gegeben, indem er nachwies, daß in den Schläuchen der Seidenraupe nur ein weiches Fibroïn zu finden ist, welches, beim Einspinnen aus den Höhlen unter dem Munde des Thieres in Form zweier sehr feinen Fäden austretend, erst durch den Einfluß der Luft, oberflächlich, unter Aufnahme von Sauerstoff und Wasser, zu Sericin oxydirt wird.

Anhang.

Nekrolog. — Bibliographie. — Polytechnische Schulen. — Anzeigen.



Nekrolog

für das Jahr 1865.

Moritz Baumert, Professor der Chemie an der Universität Bonn, geboren 26. Dec. 1818 zu Hirschberg, starb 14. Sept. auf einer Reise in Berlin.

Andreas Ritter von Baumgartner, um die Verbreitung naturwissenschaftlicher Kenntnisse, wie um die industrielle Hebung Oesterreichs vielfach verdient, starb 30. Juli in Wien als Präsident der Akademie der Wissenschaften. B. wurde 23. Nov. 1793 in Friedberg in Böhmen als Sohn eines Schullehrers geboren, erlangte 1817 eine Professur der Physik an Lyceum in Linz, 1823 an der Wiener Universität. Hier schrieb er seine weit verbreiteten „Anfangsgründe der Naturlehre." Nach Niederlegung seines Lehramtes wurde er Dirigent verschiedener industrieller Staatsanstalten, leitete seit 1846 die Errichtung der Oesterreichischen Telegraphenlinien, wurde 1848 auf einige Monate Minister der öffentlichen Arbeiten, 1851—55 Finanzminister. Seitdem lebte er, nach seinem Austritte aus dem activen Staatsdienste als Großkreuz des eisernen Kronenordens in den Freiherrnstand erhoben, nur seinen Studien.

Jacques Alexandre Bixio, bekannter radicaler Politiker, geb. 20. November 1808 zu Chiavari, starb 16. December in Paris. Um die Naturwissenschaft hat sich Bixio ein Verdienst erworben durch die beiden am 29. Juni und am 27. Juli 1850 im Vereine mit seinem Freunde A. Barral unternommenen Luftschifffahrten.

George Philips Bond, der Direktor der Sternwarte von Harvard-College zu Cambridge im Staate Massachusetts, starb am 17. Febr., erst 39 Jahre alt. Seine meisten Arbeiten sind in den Annalen der von ihm und früher von seinem Vater William Cranch B. († 29. Jan. 1859) geleiteten Sternwarte enthalten. Dort findet sich u. a. eine schöne Monographie des Saturn, welche B. in Gemeinschaft mit seinem Vater bearbeitet hat, sowie eine große Arbeit über den Donati'schen Kometen. Man verdankt B. die Entdeckung des 7. Saturnstrabanten (Hyperion, zuerst beobachtet 16—19. Sept. 1848); seine theoretischen Untersuchungen über die Stabilität des Saturnsringes führten zu dem Resultate, daß dieser Ring flüssig und immer veränderlich sein muß; auch war B. der erste, welcher teleskopische Bilder des Mondes und verschiedener

Fixsterne mittels der Photographie herstellte. Die drei letzten Lebensjahre waren einer genauen Untersuchung des Orionnebels gewidmet, welche Arbeit er leider nicht zum Abschluß bringen konnte.

Gaspare Carioli, Arzt und Chemiker, bekannt durch die Entdeckung des Nicotins, starb 84 Jahre alt am 14. Sept. in Cremona.

Sir Samuel Cunard, der Gründer und Direktor der nach ihm benannten Dampfschifffahrtsverbindung zwischen England und Amerika starb 28. April in London.

Samuel Hunter Christie, früher Professor der Mathematik an der Artillerieschule zu London, starb Anfang Febr. in Twickenham.

Louis Isidore Duperrey, Mitglied der Pariser Akademie, früher Fregattenkapitän, starb am 25. Aug. D. wurde zu Paris 21. Oct. 1786 geboren, trat frühzeitig in die Marine, nahm 1816 unter Freycinet Theil an der Erdumseglung der Corvette „Urania" und befehligte 1822—25 eine ähnliche wissenschaftliche Expedition auf der Corvette „La Coquille". Außer der zoologischen und botanischen Ausbeute dieser Reisen sind besonders die hydrographischen und erdmagnetischen Beobachtungen D.'s wichtig. Der Erdmagnetismus blieb auch D.'s Hauptgegenstand, nachdem er 1841 an Freycinet's Stelle in die Akademie eingetreten war.

Johann Franz Encke, Direktor der Berliner Sternwarte, starb 26. Aug. in Spandau. E. wurde 23. Sept. 1791 in Hamburg geboren, trat 1813 in die hanseatische Legion, wurde 1815 preußischer Artillerieoffizier, studirte nach dem Frieden unter Gauß in Göttingen, wurde 1817 Lindenau's Gehilfe auf der Gothaer Sternwarte, später interimistischer Direktor derselben, 1825 Direktor der Sternwarte und Sekretär der Akademie der Wissenschaften zu Berlin. Zu seinen ersten Arbeiten gehören die Berechnung der Entfernung der Sonne von der Erde aus den Beobachtungen der Venusdurchgänge von 1761 und 1769, sowie die Bestimmung der Umlaufszeit des von Pons 26. Nov. 1818 entdeckten Kometen, der seitdem der Encke'sche heißt und durch seine geringe Umlaufszeit von nur 3,3 Jahren merkwürdig ist. Seit 1830 gab E. das Berliner Astronomische Jahrbuch heraus, dessen Jahrgänge zahlreiche Arbeiten von ihm enthalten.

Capitän **Fawke**, der Schöpfer des Planes zum Gebäude der Londoner Ausstellung von 1862 und des Kensington Museums, starb im December in London.

Robert Fitzroy, Englischer Viceadmiral, starb 1. Mai durch eigne Hand in Lindhurst House bei Norwood in Surrey. Geboren 5. Juli 1805 trat er 1819 in die Marine, war 1828—36 als Kapitän des „Beagle" mit hydrographischen Arbeiten an den Südamerikanischen Küsten beschäftigt, später Parlamentsmitglied für Durham, 1843—46 Gouverneur von Neuseeland. Nach seiner Rückkehr nach England lebte er den Wissenschaften, wurde Chef der von ihm gegründeten meteorologischen Abtheilung im Handelsministerium

und machte sich namentlich durch die Einführung der Witterungssignale an den Englischen Küsten hoch verdient.

Georg Forchhammer, Dänischer Conferenzrath, Professor an der Universität Kopenhagen, Direktor des dortigen polytechnischen Institutes und Sekretär der Gesellschaft der Wissenschaften, starb in der Nacht zum 14. Dec. 71 Jahr alt. Er stammt aus Schleswig (Tondern), nach einer mehrjährigen wissenschaftlichen Reise durch Europa wurde er Professor der Mineralogie und Chemie an der Universität Kopenhagen und veröffentlichte als solcher zahlreiche Schriften chemischen, physikalischen, mineralogischen und zoologischen Inhaltes, von denen die letzteren sich namentlich auf Dänemark und die Herzogthümer beziehen. Seit Jahren gab es im dänischen Staate kein gemeinnütziges Unternehmen, bei dem die Naturwissenschaften irgend wie in Betracht kamen, an welchem er sich nicht betheiligt hätte.

P. Gustave Froment, ein genialer Französischer Mechaniker und Offizier der Ehrenlegion, bekannt durch seine elektromagnetische Theilmaschine und vielfach verdient um das Telegraphenwesen, starb Anfang Febr. in Paris im Alter von 50 Jahren.

James M. Gillis, bekannter Astronom, früher Kapitän der Vereinigten-Staaten-Marine, seit 1861 an Maury's Stelle Direktor der Marinesternwarte zu Washington, starb daselbst 9. Febr. 54 Jahre alt.

Sir William Rowan Hamilton, Professor der Astronomie an der Universität Dublin und Königlicher Astronom von Irland, starb 2. Sept. auf der Sternwarte in Dunsiek. H. hat sich auch um die Physik verdient gemacht; wir verdanken ihm die theoretische Entdeckung der sogenannten konischen Refraktion, einer Erscheinung, die erst später auf seine Veranlassung Lloyd experimentell nachwies.

Gustav Harkort, Direktor der Leipzig-Dresdner Eisenbahn und einer der Gründer dieser ersten Deutschen Eisenbahn, starb 29. Aug. in Leipzig im 71. Altersjahre.

Carl Alexander von Heideloff, berühmter Gothiker, starb 28. Sept. zu Haßfurt. H. wurde 2. Febr. 1788 geboren, lebte seit 1818 als Architekt in Nürnberg, und wurde 1822 Professor an der früher von ihm als Privatanstalt gegründeten polytechnischen Schule. Außer zahlreichen Bauwerken, in denen H. mit Erfolg sich bestrebte, dem gothischen Stile wieder Eingang zu verschaffen, haben wir auch viele architektonische und kunstgeschichtliche Schriften von ihm.

Salomon Herz, ältester Chef des Banquierhauses H. Herz in Berlin, Mitbegründer der Berlin-Hamburger Eisenbahn, starb in Berlin 15. Juli.

J. Ferdinand Heßler, Professor der Physik am Wiener Polytechnicum, starb durch eigne Hand am 11. Oct. H. war 23. Febr. 1803 in Regensburg geboren, 1826—30 supplirender und 1830—35

wirklicher Professor der Physik an der Universität Graz, 1836—38 in gleicher Stellung in Prag, später literarisch thätig auf dem Gebiete der Technik, 1841—43 Redacteur der Encyclopädischen Zeitschrift des Gewerbevereins zu Prag, seit 1842 am Wiener Polytechnicum.

Carl von Holtzmann, Direktor der Polytechnischen Schule zu Stuttgart, Mitglied der Centralstelle für Handel und Gewerbe, starb nach längerem Leiden 25. April.

Heinrich Kessels, Professor der mechanischen Technologie am Prager Polytechnicum, starb 17. Sept. in Folge von Selbstvergiftung.

Eduard Knoblauch, königl. Preußischer Baurath und Architekt, starb 29. Mai in Berlin.

August Kunzeck Edler von Lichton, als Lehrer und Schriftsteller um die Verbreitung physikalischer Kenntnisse verdient, starb 31. März in Wien. K. wurde 28. Jan. 1795 zu Königsberg in Oesterreichisch Schlesien als Sohn eines Bauern geboren, wurde 1822 Adjunkt für Mathematik und Physik an der Universität Wien, 1824 Professor der Physik in Lemberg, 1847 an der Wiener Universität; 1862 wurde er in den Adelstand erhoben. Schriften: Lehrbuch der Experimentalphysik; Lehrbuch der Physik mit mathematischer Begründung; Meteorologie; Studien aus der höhern Physik.

Adolph Theodor von Kupffer, Russischer wirkl. Staatsrath und Direktor des Physikalischen Centralobservatoriums in Petersburg, starb daselbst 4. Juni. K. wurde 18. Jan. a. St. 1799 in Mitau geboren, studirte in Dorpat, Berlin, Göttingen, Paris (unter Hauy) ging 1821 nach Petersburg, wurde 1822 Professor der Physik, Chemie und Mineralogie an der Universität Kasan, 1828 Akademiker in Petersburg. Hier beschäftigten ihn hauptsächlich magnetische und meteorologische Beobachtungen, und auf seinen Betrieb wurden Stationen zu solchen Beobachtungen in den verschiedensten Gegenden des russischen Reiches eingerichtet, welche seit 1848 den neugegründeten Centralobservatorium in Petersburg untergeordnet wurden.

Heinrich Friedrich Emil Lenz, verdienter Physiker und Akademiker in Petersburg, starb am Schlagfluß am 10. Febr. in Rom, wohin er sich eines Augenübels wegen seit einigen Wochen gewendet. L. war in Dorpat 1804 geboren, begleitete 1823—26 als Physiker O. von Kotzebue auf seiner Erdumseglung, wurde 1828 Adjunkt, 1834 Akademiker in Petersburg. Seine zahlreichen Arbeiten befinden sich meist in den Memoiren und Bulletins der dortigen Akademie.

Sir John William Lubbock, Banquier, bekannt als Astronom und Verfasser eines Werkes über Wahrscheinlichkeitsrechnung, starb 2. Juli zu London.

Philippe Antoine Mathieu (de la Drôme), der bekannte Französische Wetterprophet starb den 16. März zu Romans. M. wurde

7. Juni 1808 zu St. Christoph bei Romans geboren. Schon frühzeitig schloß er sich der liberalen Partei an und wurde einer ihrer thätigsten Agenten. Nach der Februarrevolution als Vertreter des Departements de la Drôme in die Constituante und Legislative gewählt, nahm er auf der äußersten Linken seinen Platz. 1. Jan. 1852 wurde er aus Frankreich verbannt und ging nach Belgien; erst 1857 durfte er wieder in sein Vaterland zurückkehren. Von da an beschäftigte sich M. mit der Voraussage der Witterung, welche er auf die Stunde des Eintrittes der einzelnen Mondphasen gründete. Den Unwerth seiner Methode hat Leverrier nachgewiesen.

John Beaumont Nielson, englischer Ingenieur, welcher zuerst die Anwendung heißer Gebläseluft beim Hohofenbetrieb einführte, starb Anfang des Jahres in Glasgow. Er war 1792 in Shettleson in der Nähe von Glasgow geboren.

von Oeynhausen, Preußischer Oberberghauptmann, auch bekannt als Gründer des Soolbades Oeynhausen bei Rehme, starb 1. Febr. auf seinem Gute Grevenburg bei Höxter.

Lorenzo Pareto, Italienischer Senator, ein eifriger Förderer der Naturwissenschaften, starb in Genua 19. Juni.

Sir Joseph Paxton, der geniale Schöpfer des Krystallpalastes der Londoner Ausstellung von 1851 und des Krystallpalastes von Sydenham, starb 8. Juni in London. P. wurde 1803 als Sohn eines armen kinderreichen Ehepaares zu Milton-Bryant bei Woburn, Bedfordshire, geboren, erlernte die Gärtnerei und trat später in die Dienste des Herzogs von Devonshire, auf dessen Gute Chatsworth er aus einer Wildniß einen prächtigen Park schuf. Der Krystallpalast wurde nach dem Muster des großen Treibhauses für die Victoria regia gebaut, welches P. in Chatsworth angelegt hat.

J. Pintus, Maschinenfabrikant, sowie technischer und landwirthschaftlicher Schriftsteller, starb zu Berlin 16. April.

Raffaele Piria, Italienischer Senator und Professor der Chemie an der Universität Turin, starb daselbst 17. Juli. P. wurde 1805 in Neapel geboren, studirte unter Dumas specieller Leitung Chemie und machte 1840 seine ersten Arbeiten im Laboratorium desselben. Besonders bekannt hat er sich gemacht durch seine Untersuchungen über das Salicin und dessen Umwandlungsprodukte.

Joh. Jacob von Ronzelen, Bremer Baurath und Erbauer des alten und des neuen Hafenbasins, sowie des Leuchtthurmes in Bremerhafen, starb 30. Nov.

Joseph Rathgeber, bedeutender Industrieller, Besitzer einer großen Wagenfabrik in München, starb daselbst 11. März.

Sir John Richardson, Englischer Arzt und Naturforscher, Theilnehmer an den Franklin'schen Nordpolexpeditionen von 1819—25, starb in Grasmere am 5. Juni.

Cosimo Ridolfi, Italienischer Senator, Naturforscher und Agronom, starb 5. März in Florenz.

Georg Thomas Sabler, Direktor der Sternwarte zu Wilna, wirklicher Staatsrath, starb 16. Decbr. im Alter von 55 Jahren.

Friedrich Fürst von Salm-Horstmar, Wild- und Rheingraf, ein tüchtiger Landwirth, der sich auch durch chemische und physiologische Untersuchungen über Culturpflanzen („Chemische Untersuchungen der Haferpflanze") bekannt gemacht hat, starb 27. März auf dem Schlosse Varlar bei Koesfeld in Westphalen.

William Henry Smyth, berühmter Hydograph und Astronom starb als Englischer Admiral den 9. Sept. im Saint Johns Lodge bei Aylesbury. S. war 21. Jan. 1788 zu Westminster geboren, trat frühzeitig in die Marine, nahm aber 1825 seinen Abschied und widmete sich ganz wissenschaftlichen Studien. Als Frucht seiner astronomischen Arbeiten veröffentlichte er 1844 die zweibändige Schrift Cycle of celestial objects, 1854 erschien The Mediterranean, eine physikalische, historische und nautische Beschreibung des Mittelmeeres. S. war Gründer und Präsident der Geographischen Gesellschaft in London, Direktor der Gesellschaft der Althumsforscher, Sekretär der königlichen Gesellschaft der Wissenschaften in London und Präsident der königlichen Astronomischen Gesellschaft.

August Stüler, königlich preußischer Geheimer Oberbaurath, starb 8. März in Berlin. St. war 28. Jan. 1808 zu Mühlhausen in Thüringen geboren, seit 1828 Schinkels Schüler, 1830 Hofbauinspektor und 1831 Hofbaurath in Berlin. Seine Glanzperiode begann mit der Regierung Friedrich Wilhelm's IV; zu seinen Hauptwerken gehören der Kuppelbau der Schloßkapelle in Berlin, die Matthäuskirche im Thiergarten das., die Kirche der Georgengemeinde, das Schweriner Residenzschloß, das Universitätsgebäude in Königsberg, die Börse in Frankfurt a. M. u. a. St. huldigte in Schinkels Weise dem antiken Stile.

Ludwig Wachler, königl. Preußischer Bergrath und Dirigent des königlichen Hüttenwerkes zu Malapane bei Oppeln, um die Geschichte und Statistik der Hüttenwerke Schlesiens verdient, starb am 26. Febr.

Rudolph Wiegmann, Professor der Baukunst an der königlichen Akademie der Künste zu Düsseldorf, starb 17. April.

S. P. Woodward, Englischer Geolog und Alterthumskenner, starb 18. Juli in London.

Johann Anton Ziegler, Besitzer bedeutender Hütten- und Bergwerke auf dem Böhmerwalde, auch um die Hebung der dortigen Glasindustrie sehr verdient, starb 14. Oktober zu Hasselbach.

Bibliographie.

Verzeichniß bemerkenswerther von Juli 1865 bis Ende Juni 1866 in Deutschland erschienener Werke aus den Fächern der Astronomie und Meteorologie, der Physik und Chemie, der Technologie, der Mechanik, des Maschinenbaues und des Ingenieurwesens.

Astronomie und Meteorologie.

Dove, H. W., das Gesetz der Stürme in seiner Beziehung zu den allgemeinen Bewegungen der Atmosphäre. 3. Auflage. gr. 8. Geh. Berlin, D. Reimer. 1½ Rp

Fitzroy's Barometer-Manual. Eine Anleitung des Wetter vorherzusagen. Aus d. Engl. nach der 7. Aufl. übersetzt von R. Anton. gr. 8. Geh. Halle, Anton. ⅓ Rp

Förster, W., über Zeitmaaße und ihre Verwaltung durch die Astronomie. gr. 8. Berlin, Lüderitz'sche Verlagshandlung. ¼ Rp

Guillemin, A., die Wunder der Sternenwelt. Illustrirte Astronomie für Laien. 1—12. Liefg gr. 8. IV. u. 502 S. mit eingedruckten Holzschnitten und 1 Chromolith. Berlin, Schlingmann. à Lfg. ⅙ Rp

Jahrbuch, Berliner astronomisches für 1868. Herausgegeben von W. Förster unter Mitwirkung von Powalki. gr. 8. Berlin, Dümmler's Verlagsh. 3 Rp

Kepleri, Joa., astronomi, opera omnia. Edidit Ch. Frisch. Vol. VI. Pars 1. Lex.-8. 368 S. mit Holzschnitten. Frankfurt a/M., Heyder & Zimmer. 2½ Rp

Lesser, O., Tafeln der Lutetia, mit Berücksichtigung der Störungen durch Jupiter und Saturn. gr. 4. XII. u. 50 S. Berlin, Dümmler's Verlag. 1 Rp

Littrow, J. J. v., Wunder des Himmels. 5. Aufl. 12—22. Lfg. gr. 8. mit eingedr. Holzschn. u. 3 Steintafeln. Stuttgart, G. Weise. à Lfg. ⅙ Rp

Zöllner, J. C. F., photometrische Untersuchungen mit besonderer Rücksicht auf die physische Beschaffenheit der Himmelskörper. Mit 7 lithogr. Tafeln. gr. 8. XXX u. 322 S. Leipzig, Engelmann. 3 Rp

---

Physik.

Beer, Aug., Einleitung in die Elektrostatik, die Lehre vom Magnetismus u. die Elektrodynamik. Nach dem Tode d. Verf. herausgegeben von Jul. Plücker. gr. 8. XVI u. 418 S. Braunschweig, Vieweg & Sohn. 2 Rℓ

Bolze, H., Lehrbuch der Physik für Schule und Haus. 2. Aufl. gr. 8. Geh. Berlin, Th. Grieben. 27 Ngr

Cornelius, C. S., Grundzüge einer Molekularphysik. gr 8. Geh. Halle, Schmidt's Verlagsbuchh. 1 Rℓ

Dove, H. W., der Kreislauf des Wassers auf der Oberfläche der Erde. gr. 8. Berlin, Lüderitz'sche Verlagshandlung. 1/3 Rℓ

Emsmann, A. H., physikalisches Handwörterbuch. Hilfsbuch für Jedermann bei physikalischen Fragen. Mit Holzschnitten. 2 Bände. gr. 8. 565 u. 714 S. Leipzig, Otto Wigand. 5 1/3 Rℓ

Fortschritte, die, der Physik im Jahre 1864. Redigirt von E. Jochmann. 20. Jahrg. 1. Abthlg. gr. 8. Geh. Berlin, G. Reimer. 2 1/6 Rℓ

Hager, H., das Mikroskop und seine Anwendung. 2. Aufl. gr. 8. Geh. Berlin, Springer. 2/3 Rℓ

Hankel, W. G., elektrische Untersuchungen. 6. Abhandlung. Maaßbestimmungen der elektromotorischen Kräfte. 2. Thl. hoch-4. 109 S. Leipzig, Hirzel. 28 Ngr

Harting, H., das Mikroskop., Theorie, Gebrauch, Geschichte und gegenwärtiger Zustand desselben. Deutsche Originalausgabe. Herausgeg. von F. W. Theile. 2. Aufl. 1. u. 2. Bd. gr. 8. Geh. Braunschweig, Vieweg & Sohn. 3 1/3 Rℓ

Hoh, Th., Compendium der Physik. gr. 8. Geh. Erlangen, Enke. 1 Rℓ 6 Ngr

Jacobi, C. G. J., Vorlesungen über Dynamik nebst 5 hinterlassenen Abhandlungen desselben. Herausgeg. von A. Clebsch. gr. 4. cart. Berlin, G. Reimer. 6 2/3 Rℓ

Kirchhoff, G., Untersuchungen über das Sonnenspectrum und die Spectren der chemischen Elemente. 1. Theil, 3. Abdruck. gr. 4. Cart. Berlin, Dümmler's Verlagsh. 1 1/3 Rℓ

Kupffer, A. Th. v., Handbuch der Alkoholometrie. Anweisung zum Gebrauche der gläsernen u. metallenen Alkoholometer u. zu ihrer Construction. Mit 18 in den Text gedr. Holzschnitten. Lex.-8. X. u. 238 S. Berlin, Springer's Verlag. 2 1/3 Rℓ

Pisko, F. J., die neueren Aparate der Akustik. Für Freunde der Naturwissenschaft u. der Tonkunst. Mit 96 Holzschnitten. gr. 8. XV u. 272 S. Wien, Gerold. 2 Rℓ

Reis, Paul, das Wesen der Wärme. Versuch einer neuen Stoffanschauung der Wärme, mit vergleichender Betrachtung der übrigen jetzt gebräuchlichen Wärmetheorien. In allgemein faßlicher Darstellung. 2. bedeutend vermehrte Auflage. gr. 8. VIII u. 163 S. Leipzig. Quandt & Händel. 27 1/2 Ngr

Wittwer, W. C., Lehrbuch der Physik zum Gebrauch in Schulen und für den Selbstunterricht. gr. 8. Geh. Regensburg, Pustet. 1 Rℓ

Wüllner, A., Lehrbuch der Experimentalphysik. Lex.-8. XII u. 1352 S. mit Holzschnitten. Leipzig, Teubner. $11^{2}/_{3}$ Rß

Chemie.

Fresenius, C. R., Anleitung zur qualitativen chemischen Analyse oder die Lehre von den Operationen, von der Reagentien und von dem Verhalten der bekannteren Körper zu Reagentien. Mit einem Vorworte von J. v. Liebig. 12. Aufl. gr. 8. Geh. Braunschweig, Vieweg & Sohn. $2^{1}/_{2}$ Rß

Gottlieb, J., kurze Anleitung zur qualitativen chemischen Analyse für Anfänger. gr. 8. Geh. Wien, Braumüller. 1 Rß

Gräger, N., die Maaßanalyse. Ein Handbuch für Chemiker, mit Berücksichtigung der Medizin, Pharmacie, Technologie rc. gr. 8. Geh. Weimar, Voigt. $1^{1}/_{4}$ Rß

Graham-Otto's ausführliches Lehrbuch der Chemie. Mit in den Text gedruckten Abbildungen. 2 Bd.: Ausführliches Lehrbuch der anorganischen Chemie von F. J. Otto. 4. umgearb. Aufl. gr. 8. Braunschweig, Vieweg & Sohn. In Lieferungen à $^{1}/_{3}$ Rß

Hofmann, A. W., Einleitung in die morderne Chemie. Nach einer Reihe von Vorträgen, gehalten in dem Royal College of Chemistry zu London. Mit in den Text gedr. Holzschnitten. Zweite Auflage. gr. 8. Geh. Braunschweig, Vieweg & Sohn. $1^{1}/_{3}$ Rß

Jahresbericht über die Fortschritte der reinen, pharmaceutischen und technischen Chemie, Physik, Mineralogie, Geologie. Unter Mitwirkung von C. Bohn u. Th. Engelbach, herausgeg. von Heinr. Will. Für 1864. 1. Heft. gr. 8. 480 S. Gießen, Ricker. $2^{2}/_{3}$ Rß

Kerl, Br., metallurgische Probirkunst zum Gebrauche bei Vorlesungen und zum Selbststudium. gr. 8. Geh. Leipzig, Felix. $3^{2}/_{3}$ Rß

Kolbe, H., das chemische Laboratorium der Universität Marburg u. die seit 1859 darin ausgeführten chemischen Untersuchungen, nebst Ansichten u. Erfahrungen über die Methode des chemischen Unterrichts. gr. 8. IX u. 524 S. mit 2 Steindrucktaf. Braunschweig, Vieweg & Sohn. $2^{1}/_{3}$ Rß

Liebig, J. v., chemische Briefe. 5. (wohlfeile) Ausgabe. gr. 8. XXVIII u. 532 S. Leipzig, C. F. Winter. 1 Rß 18 Ngr

Muspratt's theoretische, praktische und analytische Chemie, in Anwendung auf Künste und Gewerbe. Frei bearbeitet von F. Stohmann. Mit über 1500 in den Text gedr. Holzschn. 2. verb. u. verm. Aufl. 2. Bd. 1—24 Lfg. gr. 4. Braunschweig, Schwetschke & Sohn. à Lfg. 12 Ngr

Plattner's C. F. Probirkunst mit dem Löthrohre oder vollständige Anleitung zu qualitativen und quantitativen Löthrohr-Untersuchungen. 4. Aufl. neu bearb. u. verm. von Th. Richter. Mit 86 in den Text gedr. Holzschn. gr. 8. XVI u. 681 S. Leipzig, J. A. Barth. 3 Rß 6 Ngr

Rose, H., Handbuch der analytischen Chemie. 6 Aufl. Nach dem

Tode d. Verfassers vollendet von R. Finkener 2. Bd. 1. Lfg. gr. 8. 400 S. Leipzig, J. A. Barth. 1 Rß 18 Ngr

Schubert, F., Lehrbuch der technischen Chemie für Schulen und zum Selbstunterricht. 2. Aufl. gr. 8. Geh. Erlangen, Enke's Verlagsbchh. 2 Rß 25 Ngr

Schwanert, H., Hülfsbuch zur Ausführung chemischer Arbeiten für Mediciner. 4. VIII u. 125 S. Braunschweig, Schwetschke & Sohn. 2/3 Rß

Will, H., Anleitung zur chemischen Analyse zum Gebrauche im chemischen Laboratorium zu Gießen. 7. Aufl. 8. Geh. Leipzig, C. F. Winter. 12 Ngr

Will, H., Tafeln zur qualitativen chemischen Analyse. 7. Aufl. br. 8. III S. u. 11 Tab. cart. Leipzig, C. F. Winter. 16 Ngr

Wohlwill, Dr., die Entdeckung des Isomorphismus. Eine Studie zur Geschichte der Chemie. gr. 8. 67 S. Berlin, Dümmler's Verlagsh. 25 Ngr

---

Technologie.

Balling, C. J. N., die Gährungschemie wissenschaftlich begründet und in ihrer Anwendung auf die Bierbrauerei, Branntweinbrennerei, Hefenerzeugung, Weinbereitung und Essigfabrikation praktisch dargestellt. 4 Bde. 3. verm. u. verb. Auflage. gr. 8. Prag, Tempsky. 9½ Rß

Geinitz, H. B., H. Fleck und E. Hartig., die Steinkohlen Deutschlands und anderer Länder Europa's, ihre Natur, Lagerungs-Verhältnisse, Verbreitung, Geschichte, Statistik und techn. Verwendung. 2 Bde. gr. 8. X u. 420 und VIII u. 428 S. Mit eingedr Holzschn. 41 lith. Tafeln u. 1 color. Karte. München, Oldenbourg. 21 Rß

Karmarsch, K., Handbuch der mechanischen Technologie. 2 Bände. 4. Aufl. Lex.-8 (1. Bd. XIV u. 840 S.) Hannover, Helwing. 5⅚ Rß

Mohr, Frdr., der Weinbau und die Weinbereitungskunde. Mit 39 in den Text gedr. Holzschn. VIII u. 164 S. (Handb. d. chemischen Technologie IV. 2) Braunschweig Vieweg & Sohn. 25 Ngr

Neste, K., die englische Baumwollen-Manufactur der neuesten Zeit. Beschreibung. der für die Spinnerei und Weberei angewendeten Maschinen und ihrer Fabrikate. Nach prakt. Erfahrungen bearb. Mit 18 lithogr. Tafeln. gr. 8. VIII und 164 S. Heidelberg, Bassermann. 2 Rß

Oelsner, G. H., die deutsche Webschule. Enth.: die Theorie, Technik und Praxis der Weberei. 1—15. Lfg. gr. 8. Geh. Meerane, Send. à Lfg. ⅙ Rß

Otto, F. J., die Bierbrauerei, die Branntweinbrennerei und die Liqueurfabrikation. Für Chemiker, Landwirthe, Fabrikanten ꝛc. Mit 135 in den Text gedr. Holzsch. X u. 653 S. (Handb. d. chemischen Technologie IV. 1.) Braunschweig, Vieweg & Sohn. 3½ Rß

Perutz, H., die Industrie der Fette und Oele. gr. 8. Geh. Berlin, Springer's Verlag. 3⅔ Rp.

Pohl, J. J., Lehrbuch der chemischen Technologie. 1. Hälfte. Mit 57 in den Text gedr. Holzschn. gr. 8. 208 S. Wien, Braumüller. 1⅓ Rp.

Reimann, M., Technologie des Anilins. Handbuch der Fabrikation des Anilins und der von ihm derivirten Farben. gr. 8. Geh. Berlin, Springer's Verlag. 1⅓ Rp.

Scheibler, Dr. C. und Dr. K. Stammer, Jahresbericht über die Untersuchungen und Fortschritte auf dem Gesammtgebiete der Zuckerfabrikation. 4. Jhrg. 1864. Mit 59 in den Text gedr. Holzschn. und 1 lithogr. Tafel. gr. 8. X u. 362 S. Breslau, E. Trewendt. 3½ Rp.

Schilling, N. H., Handbuch der Steinkohlengas-Beleuchtung mit einer Geschichte der Gasbeleuchtung von F. Knapp. 2. Aufl. gr. 4. Cart. München, Oldenbourg. 12 Rp.

Vogel, Aug., die Bieruntersuchung. Eine Anleitung zur Werthbestimmung und Prüfung des Bieres nach den üblichsten Methoden. gr. 8. VII u. 96 S. mit eingedr. Holzschnitten. Berlin, Berggold. ⅚ Rp.

Wagner, J. R., die chemische Technologie nach dem gegenwärtigen Standpunkte der Theorie und Praxis der Gewerbe. 6. Aufl. gr. 8. Geh. Leipzig, O. Wigand. 3 Rp.

Walkhoff, L., der praktische Rübenzucker-Fabrikant und Raffinateur. 3. Aufl. 1. Hälfte. gr. 8. Geh. Braunschweig, Vieweg & Sohn. 3⅓ Rp.

Zincken, C. F., die Braunkohle und ihre Verwendung. 1. Thl. Die Physiographie der Braunkohle. Mit 3 lithogr. Tafeln. 2. u. 3. Heft. Lex.-8. Hannover, Rümpler. à Heft. 1 Rp 6 Ngr.

Mechanik, Maschinenbau und Ingenieurwissenschaft.

Bernoulli's Dampfmaschinenlehre. 5. Aufl. gänzlich umgearb. und stark vermehrt durch E. Th. Böttcher. gr. 8. VI und 487 S. mit in den Text gedr. Abbildungen. Stuttgart, Cotta. 3 Rp.

Grashof, F., die Festigkeitslehre mit besonderer Rücksicht auf die Bedürfnisse des Maschinenbaues. Abriß von Vorträgen an der polytechn. Schule zu Carlsruhe. Mit 40 in den Text eingedr. Holzschnitten. gr. 8. XIV u. 294 S. Berlin, Gaertner. 2 Rp.

Hart, J., die Werkzeugsmaschinen der Maschinenfabriken zur Metall- und Holzbearbeitung. 2. Lfg. qu. Fol. Heidelberg, Bassermann. 3 Rp.

Kronauer, J. H., Zeichnungen von ausgeführten in verschiedenen Zweigen der Industrie angewanden Maschinen, Werkzeugen und Apparaten neuerer Construction. Für Techniker sowie zur Benutzung in techn. Schulen bearbeitet. 4. Bd. 4 u. 5 Lfg. Imp.-

Fol. 10 Steintafeln u. 8 S. Text in gr. 4. Zürich, Meyer & Zeller's Verlag. à Lfg. $1^1/_3$ Rp

Lübsen, H. B., Einleitung in die Mechanik. Zum Selbstunterricht mit Rücksicht auf die Zwecke des praktischen Lebens. 2. Aufl. gr. 8. Geh. Leipzig, Brandstetter. 2 Rp 8 Ngr

Müller, Chr., Constructionslehre der Maschinentheile nebst Resultaten für den Maschinenbau. Ein Unterrichts- und Handbuch für techn. Lehranstalten und Techniker. Mit Atlas von 34 color. Taf. XII u. 299 S. Stuttgart, Becher. 4 Rp 12 Ngr

Obach, C., Werkzeuge für Holz- u. Metallarbeiten. Vorlagen zum Laviren. gr. 4. 12 Steintaf. in Tondruck. Carlsruhe, Veith. $1^1/_3$ Rp

Prüsmann, A., die Construction der Locomotiv-Essen. Praktische Untersuchungen über die Wirkung des Blasrohrs. Mit 4 lith. Taf. u. 7 eingedr. Holzschn. 4. 78 S. Wiesbaden, Kreidel. $1^1/_3$ Rp

Redtenbacher, F., die Bewegungs-Mechanismen. Darstellung und Beschreibung eines Theiles der Maschinen-Modell-Sammlung der polytechn. Schule in Carlsruhe. Neue Aufl. 2—4. Lfg. qu. Fol. 20 Steintaf. und 10 S. Text. Heidelberg, Bassermann. à Lfg. 2 Rp 12 Rp

Redtenbacher, F., der Maschinenbau. Lex.-8. Mit Atlas. Heidelberg, Bassermann. 15 Rp

Reuleaux, F., der Constructeur. Ein Handbuch zum Gebrauch beim Maschinen-Entwerfen. Für Maschinen- und Bau-Ingenieure, Fabrikanten und techn. Lehranstalten. 2. umgearb. und erweit. Aufl. Mit 485 in den Text eingedr. Holzschnitten. gr. 8. XXX u. 467 S. Braunschweig, Vieweg & Sohn. $3^1/_3$ Rp

Ritter, Aug., Lehrbuch der technischen Mechanik. Mit 726 eingedr. Holzschnitten. Lex.-8. X und 722 S. Hannover, Rümpler. $4^2/_3$ Rp

Rühlmann, M., Allgemeine Maschinenlehre. Ein Leitfaden f. Vorträge sowie zum Selbststudium des heutigen Maschinenwesens, mit besonderer Berücksichtigung seiner Entwickelung. Für angehende Techniker, Cameralisten, Landwirthe und Gebildete jeden Standes. Mit eingedr. Holzschnitten. Lex.-8. 2 Bände. Braunschweig, Schwetschke & Sohn. 6 Rp 22 Ngr

Weisbach, J., der Ingenieur. Sammlung von Tafeln, Formeln u. Regeln der Aritmethik, der theoretischen u. praktischen Geometrie, sowie der Mechanik und des Ingenieurwesens. 4. Aufl. 8. Geh. Braunschweig, Vieweg & Sohn. 2 Rp 4 Ngr

Weisbach, J., Lehrbuch der Ingenieur- und Maschinen-Mechanik. Mit den nöthigen Hilfslehren aus der Analysis für den Unterricht in techn. Lehranstalten, sowie zum Gebrauch für Techniker bearb. 2. Thl.: Lehrbuch der Statik der Bauwerke und der Mechanik der Umtriebsmaschinen. 4. verbess. u. vervollständ. Auflage. Mit gegen 900 in den Text eingedr. Holzschnitten. 3—6 Lfg. gr. 8. Braunschweig, Vieweg & Sohn. à Lfg. $^1/_3$ Rp

Wenck, J., die Mechanik. Ein Lehr- und Handbuch zum Gebrauch

an Gewerbe- und Realschulen, sowie zum Privatstudium. gr. 8. Geh. Leipzig, Brockhaus. 1⅔ Rthlr

Wiebe, F. K. H., Sammlung von Zeichnungen ausgeführter Dampfmaschinen und Dampfkessel. Aus dem Skizzenbuch für den Ingenieur und Maschinenbauer. Fol. 50 Kupfertaf. und 14 S. Text. Berlin, Ernst & Korn. 8⅔ Rthlr

Wiebe, F. K. H., Skizzenbuch für den Ingenieur u. Maschinenbauer. Eine Sammlung ausgeführter Maschinen, Fabrik-Anlagen, Feuerungen, eiserner Bau-Constructionen, sowie anderer Gegenstände aus dem gesammten Gebiete des Ingenieurwesens. 39—44 Heft. Fol. à 6 Kupfertaf. u. 1 Bl. Text. Berlin, Ernst & Korn. à Lfg. 1 Rthlr

Wottitz, J., Special-Bericht über die Maschinen und Geräthe der internationalen Industrie- und landwirthschaftlichen Ausstellungen zu Stettin und Cöln im Mai und Juni 1865. Mit vielen in den Text gedr. Holzschnitten. gr. 8. III und 172 S. Wien, Herzfeld & Bauer. 1⅓ Rthlr

Zeichnungen aus dem Gebiete der Ingenieurfächer. 75 Blatt. gr. Fol. Geh. Zürich, Meyer & Zeller. 10 Rthlr

Zeuner, Gust., Grundzüge der mechanischen Wärmetheorie. Mit Anwendungen auf die der Wärmelehre angehörigen Theile der Maschinenlehre insbesondere auf die Theorie der calor. Maschinen und Dampfmaschinen. 2. vollständig umgearb. Auflage. Mit zahlreichen in den Text gedr. Holzschn. 2 Bände. gr. 8. XVIII u. 568 S. Leipzig, A. Felix. 3⅔ Rthlr

---

Polytechnische Schulen,

mit Angabe der Directoren und Lehrer, des Unterrichtsplanes, des Schulgeldes 2c.

Kaiserthum Oesterreich.

Prag. Kgl. böhm. polytechn. Landes-Institut, 1806 gegr. u. im Oktbr. 1864 reorganisirt. Die Anstalt besteht aus 4 Abthl.: a. Für Wasser- und Straßenbau (5 Jahreskurse); b. für Hochbaukunde (5 Jahreskurse); c. für Maschinenbau (5 Jahreskurse); d. für technische Chemie (4 Jahreskurse), und aus Lehrgegenständen, welche nicht in die Fachabthl. eingereiht sind. Ueber 800 Studenten. 50 Fl. jährl. Unterrichtsgeld. 44 Professoren und Lehrer.

Director: Prof. Dr. Lumbe (Landwirthschaftslehre und Verwaltung der Landgüter, deutsch). A. Professoren u. Docenten mit deutscher Unterrichts-Sprache: Balling (Chem. Technol. u. allgem. Chemie), Dr. Durège (Different.- und Integralrechnung, Differentialgleichungen, analyt. Mechanik), Dvorák (Encyklopädie d. Bergbaukunde), Dr. Fiedler (Descriptive Geom., Stereometrie und Modelliren), Dr. Hoffmann (Encyklopädie d. Chemie, analyt. Chemie u. Uebungen im Laboratorium), Kessels (Mechan. Technol.), Joh. Lieblein (Algebr. Analysis, analyt. Geom., ausgew. Kapitel aus der Algebra, sphär. Trigonom. u. Polygonom.), Dr. Nickerl (Zool. Botan. u. Mineral.), Dr. v. Ott (Baumechanik), Dr. Pierre (Allgem. u. techn. Physik), Popp (Modelliren), Ringhofer (Hochbaukunde u. Bauzeichnen), Dr. Gust. Schmidt (Maschinenbau, Zeichnen u. Encyklopädie d. Mechanik), Dr. Ullmann (Handels- u. Wechselrecht, Komptabilität), Wersin (Techn. Mechanik u. Maschinenlehre) u. Zepharovich (Geognosie). Die Professur f. Freihandzeichnen ist noch unbesetzt. B. Privat-Docenten mit deutscher Unterr.-Spr.: Allé (Mathem.), Erben (Statistik), Grünwald (Mathem.) u. Lippich (Physik). Assistent: Mohrstadt. C. Professoren und Docenten mit czechischer Unterr.-Spr.: Hausmann (Techn. Mechanik und Maschinenlehre). Koristka (Feldmeßkunst, Nivelliren u. Situationsz. (deutsch), Landesvermessung u. Terrainlehre (deutsch u. czechisch), Krejci (Mineral. u. Geognosie), Dr. Meznik (Handels- u. Wechselrecht, Komptabilität), Franz Müller (Feldmeßkunst, Nivelliren und Situationsz.), Niklas (Hochbaukunde und Bauzeichnen), Gustav Skrivan (Algebraische Analysis, analyt. Geom., Differential- u. Integralrechnung), Stanek (Allgem. Chemie u. chem. Technol.), Tille (Mechan. Technol.), Tilscher (Descriptive Geom. u. Zeichnen, Stereom. u. Modelliren), Zenger (Allgem. u. techn. Physik) u. Zitek (Differentialgleichungen, analyt. Mechanik, Encyklopädie d. Baukunst,

Stylstudien). Eine Stelle f. höh. Mathem. noch unbesetzt. D. Privat-Docenten mit czechischer Unterr.-Spr.: Pacold (Baukunst u. Studenicka (Mathem.). Assistenten: Stolba u. Wessely. E. Sprachlehrer: ꝛc.: Benoit (Französ.), Dr. Holzamer (Engl.), Kolar (Czechisch), Tonelli (Italien.) u. Wawra (Czechisch). L. d. Stenogr.: Bleyer.

Wien. K. K. polytechn. Institut, am 3. Novbr. 1815 eröffn. Das Institut besteht aus 2 Abthl.: I. Aus der technischen, welche die theoretische und, so weit es thunlich ist, auch praktische Ausbildung in denjenigen Natur- u. mathematischen Wissenschaften giebt, welche für Techniker nothwendig sind und II. aus der kommerziellen, welche alle Lehrgegenstände zur gründlichen theoretischen Ausbildung für die Geschäfte des Handels umfaßt. — Frequenz: Techn. Abthl.: 879 ord. u. 58 außerord. Zögl.; kommerz. Abthl.: 20 ord. und 4 außerord. Zögl.; Gewerbs-Zeichnenschul.: 677 ord. Zögl.; — außerdem 400 Hörer außerord. Lehrfächer. 21 ord. Professoren, 2 außerord. Professoren 2 suppl, Prof., 9 ord. L., 6 Priv.-Docenten, 2 außerord. L., 7 Adjunkten u. 16 Assistenten. 1 Bibliothekar, 1 Scriptor u. 1 Amanuensis d. Bibl.

Director: Prof. Dr. med. Haltmeyer, Ord. Professoren: A. Technol. Abthl.: Hofrath Ritter v. Burg, R., (Mechanik und Maschinenlehre), Dr. Ferdinand Heßler (Physik), Dr. Schrötter R., (Chemie), Stummer: R. (Wasserbau- u. Straßen-Bauwissensch., auch Baubuchhaltung), Hönig (Darstellende Geometrie) Dr. med. et phil. Fuchs (Landwirtschaftslehre), Hartner (Höh. Mathem.), Architekt Wappler (Hochbau), Marin (Maschinenbau), Dr. Herr (Prakt. Geom.), Kolbe (Elementar-Mathem.), Dr. v. Hochstetter, R. (Mineralogie u. Geologie), Dr. med et phil. Kornhuber (Zoologie u. Botanik), Dr. Pohl (Chem. Technologie) u. Dr. Brachelli (Statistik), Dr. Heger (mechan. Technologie).

B. Kommerzielle Abthl.: Kurzbauer (Merkantilrechnen u. Buchhaltung), Dr. jur. Langner (Handels-Geschäftsstil und Handelsgeogr.), Dr. jur. et phil. Blodig (Handelswissensch. u. Handels- und Wechselrecht. C. Für beide Abthl.: Wikerhauser, R. (Türkische Spache), und Barb, R., Hof- u. Ministerial-Secretair (Persische Spr.). Außerordentliche Professoren: Dr. Rebhann, Oberingenieur (Baumechanik) u. Spitzer (höh. Mathem.) Suppl. Professor: Dr. Machatschek, (Waarenkunde u. Schön (Wasser- und Straßenbau). Ord. Lehrer: Westmann (in d. Abthl. d. Gewerbs-Zeichnensch. f. d. Baugewerbe u. Metallarbeiten, auch Inspektor d. Wiederholungs-Zeichnenschulen), Friedrich R. (Vorbereit. Unterr. an d. Gewerbs-Zeichnensch.), Tichy (Manufakturzeichnen), Hlubek (Maschinenzeichnen), Hassan (Bulgärarabische Spr.), Benetelli (Italien. Spr.) und Schreiber (Stenogr.). Privat-Docenten: Högel (Englisch), Operateur Kugler (chirurgische Hilfeleistungen), Karl Hessler (Kapitalien u. Rentenversicherung), Prof. Dr. Bauer (Chemie d. Alkohole), Dr. Wiesner (Pflanzenphysiologie) u. Dr. Stark (deutsche Literatur). Außerordentl. Lehrer: Legat (Französisch) u. Klaps, R. (Kalligr.).

Adjunkten: Beisl (Zeichnen), Weselsky (Chemie), Architekt Schmidt (Zeichnen), Aichinger (Manufakturzeichnen), Frhr. v. Kulmer (Technolog. Kabinet) u. Petschning (Zeichnen), R. Grimus v. Grimburg (Maschinenbau). Assistenten: Staudigl. u. Wildt (Darstell. Geom.), Schoberlechner (Physik), Kick (Mechan. Technol.), Radinger (Mechanik u. Maschinenlehre), Heilsberg (1. Kurs der Mathem.), Pranghofer (2. Kurs der Mathem.), Tinter (Prakt. Geometrie) u. Hayek (Zoologie u. Botanik), Zulkowsky (chemische Technologie), Wist (Hochbau), Laube (Mineral. und Geologie) und 3 Stellen unbesetzt. — Bibliothekar: Martin. Skriptor: Dr. Stark. Amanuensis: Dr. Lucas.

Königreich Preußen.

Berlin. Königl. Gewerbe-Akademie, 1820 als Gewerbe-Institut gegründet. Die Gewerbe-Akademie zerfällt I. in eine allgemeine technische Abtheilung, II. in eine Abtheilung für die einzelnen technischen Fächer und zwar 1. für Mechanik, 2. für Chemie u. Hüttenkunde, 3. für Schiffbau. — Der Lehrgang dauert für jede Abtheilung 1½ Jahre, im Ganzen also 3 Jahre.

Der Lehrgang umfaßt folgende Unterrichtsgegenstände: I. in der allgemein technischen Abtheilung: a. Ergänzungen zur allgemeinen Zahlenlehre; höhere Gleichungen; b. sphärische Trigonometrie und Anwendungen c. Differential- u. Integral-Rechnung; d. analytische Statik u. Mechanik; e. Theorie der mechanischen Wirkungen der Wärme; f. beschreibende Geometrie und Anwendung derselben auf Perspektive, Schatten-Construktion und Steinschnitt; g. specielle anorganische Chemie; h. Physik; i. allgemeine Experimental-Chemie; k. allgemeine Bau-Konstruktionslehre; l. Lehre von den einfachen Maschinentheilen; m. Freihandzeichnen u. Modelliren. II. In der Fach-Abtheilung: — 1. für Mechaniker: a. Theorie der Festigkeit von Bau-Konstruktions- und Maschinentheilen, Berechnung zusammengesetzter Bau-Konstruktionen, Theorie der Gewölbe, Widerlags- und Futtermauern; b. Bewegung des Wassers und der Luft in natürlichen und künstlichen Leitungen — angewandte Hydraulik —, Theorie der Feuerungs-Anlagen; c. allgemeine Theorie der Maschinen, ihrer Widerstände und Regulatoren, insbesondere Theorie der hydraulischen Motoren und Dampfmaschinen; d. Berechnung der einfachen Maschinentheile; allgemeine Anordnung der Maschinen; e. spezielle Maschinenlehre, Kraftmaschinen; f. mechanische Technologie; g. chemische Technologie; h. Uebungen im Entwerfen von Maschinentheilen; i. Uebungen im Entwerfen von Kraftmaschinen; k. Uebungen im Entwerfen von ganzen Maschinen und Fabrikanlagen; l. Entwerfen und Zeichnen solcher Kunstformen, wie sie für Eisengußstücke Anwendung finden; m. mathemathische Begründung der wichtigsten physikalischen Gesetze — 2. Für Chemiker und Hüttenleute: a. spezielle anorganische Chemie; b. spezielle organische Chemie; c. Mineralogie; d. Geognosie; e. metallurgische Chemie; f. chemische Technologie; g. spezielle Maschinenlehre, Kraftmaschinen; h. Uebungen im Entwerfen

von chemischen Anlagen; i. praktische Arbeiten im Laboratorium. — 3. Für Schiffbauer: a bis i. wie zu II. 1.; k. Zeichnen von Schiffen und Schiffstheilen; l. Schiffsbaukunst, Allgemeines, vom Deplacement und von der Stabilität, erster Theil, hydrostatische Berechnungen; m. Schiffsbaukunst, Lehre von der Stabilitität, zweiter Theil, Theorie der Segel- und Dampfschiffe, allgemeine Prinzipien über die Form der Schiffe; Bau-Konstruktionslehre hölzerner und eiserner Schiffe; n. Uebungen; o. Entwerfen und Berechnen von Schiffen.

Das Unterrichts-Honorar beträgt für jede wöchentliche Unterrichtsstunde 3/4 Thlr. pro Semester; für Chemiker welche an den praktischen Arbeiten im Laboratorium theilnehmen wollen 25 Thlr. pro Semester.

Frequenz der Anstalt von Michaelis 1865 bis Michaelis 1866: Immatrik. Studirende: 416, Hospitanten: 65.

Direktor: Geh. Ob.-Bau-R. u. vortragender Rath im Ministeur für Handel, Gewerbe und öffentliche Arbeiten Nottebohm, R. (die Anordnungen der praktischen Arbeiten in den Werkstätten). 21 Professoren u. ord. Lehrer: Prof. Dr. Aronhold (Analysis, Algebra, analytische Geom.. Differential- u. Integral-Rechnung u. Differential-Gleichungen), Professor Dr. Baeyer, (Organische Chemie u. prakt. Arbeiten im Laborat.), Bildhauer Boy, Modelliren in Thon. Geh. Reg.-R. Prof. Dove, R. (Physik), Ingenieur Duske (Leitung d. Werkstätten), Wirkl. Admiralitäts-R. Elbertzhagen, R. (Schiffsbaukunst), Prof. Fink (Mechan. Technologie u. Maschinenzeichnen), Gewerbeschul-Direktor Dr. Großmann (Statik, Mechanik, Hydraulik, allgem. Theorie d. Maschinen ꝛc.), Geh. Reg. R. Prof. Dr. Hanßen, R. (Praktische National-Oekonomie), Dr. Hertzer, (Beschreibende Geometrie), Marine-Ingenieur Koch (Uebungen im Zeichnen von Schiffen ꝛc., Entwerfen u. Berechnen von Schiffen) Prof. Lohde, R. (Freihandzeichnen), Prof. Manger, R. (Baukonstruktionslehr) Professor Dr. Quincke (Mathem. Begründung d. wichtigsten physikal. Gesetze), Prof. Dr. Rammelsberg, R. (Anorganische Chemie, Mineralogie, prakt. Arbeit. im Laboratorium), Prof. Reuleaux, Maschinendetails u. Kinematik, Dr. Stahlschmidt (Chem. Technol. u. prakt. Arbeit. im Laborat.), Dr. Vogel (Photographie), Dr. Weber (Experimental-Chemie, Färberei, Druckerei), Prof. Werner (Uebungen im Entwerfen von Maschinen, Fabrikanlagen, Schiffsdampfmaschinen) u. Prof. Wiebe, R. (Allgem. u. spezielle Maschinenlehre, Kraftmaschinen ꝛc.). Ferner mehrere Hülfslehrer u. Assistenten f. d. Unterricht im chem. Laboratorium und die Meister in den Werkstätten der Gewerbe-Akademie.

Königreich Bayern.

München. Kgl. polytechn. Schule, 1833 gegr. Mit der Anstalt ist eine Bau- u. Ingenieurschule verbunden. 3 Kurse an der polytech. Schule; 2 Kurse an d. Bau- u. Ingenieursch. 12 Fl. Schulg.

f. d. Eleven u. 6 Fl. für je ein Fach der Hospitanten. 19 L. u. 6 Assistenten.

Rector u. Ministerial-Referent: Professor Dr. Alexander, R. Mathem. u. Physik). A. Professoren u. Lehrer der polytech. Schule: Dr. Bauer (analyt. u. angewandte Mechanik), Beylich (Maschinenkunde u. Maschinenz.), Dr. Denzinger (kath. R. L.), Dr. Feichtinger (angew. u. analyt. Chemie) Foltz (Ornamentenz.). Gottgetreu, Civilbaukunde u. Baumaterialienlehre), Halbig (Bossiren u. Modelliren), Dr. Hamberger (protest. R.-L.), Hierl (Situationszeichn.), Dr. Kaiser (allgem. Chemie), Kleinfeller (descript. Geom., Differential- u. Integralrechnung). Docenten: Dr. Winkler (Oryktognosie u. Geognosie); Dr. Rothlauf (Mathematik). L. d. Engl.: Everill. Assistenten: Ingenieur Degen (Civilbaukunde), Ranchner und Seder (Ornamenten- u. Architekturzeichn.). Thoma, Maschinenbau. L. d. Stenogr.: Lehramtskand. Lautenhammer. B. Professoren u. Lehrer der Bau- und Ingenieur-Schule: Baurath Dr. Bauernfeind (Ingenieurwissensch.), Baurath Neureuther (Civilbaukunde) u. Prof. u. Akademiker Dr. Pettenkofer (Gesundheitspflege u. Baumaterialien). Assistenten u. Repetitoren: Maurer (Civilbaufach) u. Frauenholz (Ingenieurfach).

Nürnberg. Kgl. polytechn. Schule; seit 1833 zur Staatsanstalt erhoben. 3 Kurse. 64 Eleven u. 18 Hospitanten. 12 Fl. Schulg., je 6 Fl. für ein hospitirtes Lehrfach. 9. L. u. 2 Assistenten.

Rector: Prof. Romig, R. (analyt. Geom. u. Mechanik). Lehrer: Prof. Geul (Baukunde u. architekton. Zeichnen), Kaplan Heid (kath. Rel.), Prof. Irmisch. (prakt. Mechanik u. Maschinenkunde), Professor Klingenfeld (darstell. Geom. u. Maschinzeichn.), Prof. Leykauf (theoret. u. analyt. Chemie), Prof. Dr. Heinr. Rose (reine Mathem. u. Vermessungskunde), Protest. Pfarrer Rübel (protest. Rel.) u. Prof. Dr. Weiß (Physik u. höh. Mathem.). Assistenten: Wegler (Chemie) und Köpping (Phys.)

Königreich Hannover.

Hannover. Kgl. polytechn. Schule. Diese Lehranstalt für Mathematik, Naturwissenschaften u. Zeichnen, nebst deren Anwendung auf Gewerbe, technische Künste, Mechanik u. Bauwesen, wurde am 2. Mai 1831 unter dem Namen einer „Höheren Gewerbeschule" eröffnet, hat seit 1844 bedeutende Erweiterungen des Unterrichts-Plans erhalten und führt seit dem 1. Juli 1847 den gegenwärtigen Namen. Die Anstalt besteht aus einer Vorschule und einer Hauptschule. Zur Aufnahme in der Vorschule ist das Alter von 16 Jahren, in die Hauptschule aber das Alter von 17 Jahren nöthig. Das Honorar für das einzelne Lehrfach beträgt jährlich 3 bis 16 Thlr. 466 Zögl. 22 ord., 2 außerord. Lehrer u. 3 Assistenten.

Direction: Director Prof. Dr. Karmarsch (mechanische Technologie). u. Amts-Assessor v. Lüpke (Syndikus): Ord. L.: Professor Dr. Heeren, (reine u. techn. Chemie), Prof. Dr. Hunäus (prakt.

Geom. u. Geognosie), Prof. Dr. Rühlmann (allgem. u. spez. Maschinenlehre), Prof. Treuding (Wasserbau), Bau-R. u. Consistorial-Baumstr. Hase (Baukunst), Bau-R. Debo (Baukunst), Bau-R. v. Kaven (Straßen-, Eisenbahn- u. Brückenbau), Dr. Mühlenpfordt (Zoologie u. Botanik), Dr. v. Quintus Icilius (reine u. angewandte Physik), Dr. Ritter (Mechanik u. höh. Mechanik), Dr. Kraut (analyth. Chemie u. prakt.-chem. Arbeiten. Dr. Grelle (niedere [arithmet. Thl.] und höh. Mathem.), Maschinen-Bau-Inspector Grove (Maschinenbau), Dr. Guthe (niedere Mathem. [geometr. Theil] u. Mineralogie), Architekt Köhler (Baukunst), Dr. Stegemann (darstellende Geometrie), Maler Schulz (Handzeichnen), Bruns (Linearz. u. Modelliren), Bildhauer Engelhard (Bossiren), Blanke (Handz.) und Küster (Handz.). Außerord. L.: Amts-Assessor Lodemann (Baurecht u. Baupolizei) und Dr. Nabert (Franz. u. Engl.). Assistenten: Lüer (Baukunst), Hoyer (mechanische Technologie) u. Giese (prakt. u. darstellende Geometrie).

Königreich Sachsen.

Dresden. K g l. p o l y t e c h n. S c h u l e, am 1. Mai 1828 als technische Bildungs-Anstalt gegründet, besteht nach der Organisation v. J. 1862 aus 4 Fachschulen mit einem vorausgehenden allgemeinen Kursus. Der letztere beginnt zu Ostern jeden Jahres und dauert 3 Semester. Die 4 Fachschulen beziehen sich A. auf Maschinenbau u. mechanische Technik: B. auf Ingenieurwesen; C. auf Chemie und chemische Technik; D. auf zukünftige Lehrer der Mathematik u. Naturwissenschaften; in jeder dieser Fachschulen findet ein drei Jahre dauernder u. zu Michaelis jeden Jahres beginnender Kursus statt. Mit der polytechn. Schule ist eine Abtheilung für Modelliren, Ornament- und Musterzeichnen verbunden.

Es wirken an der Anstalt 17 ordentliche Lehrer, 3 Assistenten und 7 Hülfslehrer.

An Beiträgen zur Schulkasse sind 20 Thlr. von Inländern, 30 Thlr. von Ausländern für jedes Semester im allgemeinen Kursus u. den Fachschulkursen, 6 u. resp. 9 Thlr. in der Abtheilung für Zeichnen u. Modelliren, so wie 1 Thlr. u. resp. 1½ Thlr., für jede wöchentliche Vortragsstunde von denen zu entrichten, welche nur einzelnen Vorträgen beiwohnen.

Die Frequenz des Jahreskursus 1863—64 war: 399 Studirende u. Zuhörer.

D i r e k t o r: Geh. Reg. R. Prof. Dr. Hülße, R (Volkswirthschaftlehre u. mechn. Technologie). Lehrer: Reg. R. Prof. Schubert, R. (Straßen-, Eisenbahn- u. Wasserbaukunst, Astronomie), Hof-R. Prof. Dr. Schlömilch (höh. Mathem. u. Mechanik), Reg. R. Prof. Stein (Chemie u. praktisch-chemische Arbeiten), Reg. R. Prof. Schneider (Maschinenlehre), Prof. Dr. Geinitz, Direktor des mineral. Museums (mineral. Geognosie), Prof. Dr. Lösche (Physik u. physikal. Uebungen). Prof. Fort (Mathem.. Mechanik u. Festigkeitslehre), Prof. Nagel (Vermessungslehre), Prof. Heine (architekton. Zeichnen), Prof. Kuschel

(Mathem., zugl. Bibl.), Prof. Erler (Projektionslehre, Perspektive, Steinschnitt), Gymnasiall. Schöne (deutsche Liter. u. philos. Propädeutik), Prof. Hessèle (Französ. Spr.), Prof. Dr. Fleck (techn. Chemie u. praktisch-chemische Arbeiten). Prof. Dr. Weiß (Maschinenentwerfen u. Feuerungskunde), Prof. Heyn (Baukunde u. Entwerfen), Dr. Häbler (deutsche Spr. u. Liter.), Prof. Dr. Hartig (mechan. Technol.), Krumbholz (Zeichnen), Hähnel (Modelliren), Regier.-R. Meusel (Sächs. Gesetzeskunde) J. Sherwood, engl. Sprache, Heinrich (Buchhalten u. Wechsellehre), Director Dr. Kloß (Turnen). Stenographie lehrt ein Mitglied des stenogr. Vereins. Assistenten: Fuhrmann (Mathem. u. Vermessungslehre), Fränkel (Entwerfen von Ingenieurbauten) u. Nascholb für praktisch chemische Arbeiten.

Chemnitz. Kgl. höh. Gewerbeschule, Ostern 1836 gegr., besteht aus 4 resp. 3 Kl., mit je einjährigen Cursen, in denen sie theils den später in den 2. Fachschulcurs der polytechn. Schule zu Dresden Uebertretenden dieselbe Vorbildung gewährt, wie der 1. Fachschulcurs der polytechn. Schule, theils den unmittelbar als Maschinenleute, Spinnerei- u Weberei-Techniker, techn. Chemiker 2c. in die industrielle Praxis übertretenden jungen Leuten die dazu nöthige Ausbildung vollständig verschafft. Mit ihr verbunden ist eine landwirthschaftliche Abth., bestimmt, jungen Leuten vorzüglich vor Eintritt in die landwirthschaftl. Praxis die nöthige naturwissenschaftl.-mathematische Vorbildung zu gewähren. 225 Zöglinge. 12 Thlr. Schulgeld halbjährlich, 21 Lehrer.

Director: Prof. Böttcher (Maschinenlehre u. mechan. Technologie). Lehrer: Prof. Obernit (Mathem.), Prof. Lamprecht (Deutsch), Prof. Dr. Wunder (Chemie), Terne (Freihandz.), Dr. Zetzsche (Mathem.), Mechanik u. Maschinenzeichnen), Dr. Nobbe (Physiologie, Botanik und Zoologie), Guthmann (Geometrisches u. Freihandzeichnen), Gottschaldt (Baukunde), Koch (landwirthschaftliche Betriebslehre), Junghänel (Deutsch), Siegert (Chemie), Weinhold (Physik), Kellerbauer (darstellende Geometrie, Maschinenzeichnen u. Maschinenkunde), Dr. Lorenz (Mathematik und praktische Geometrie), White (Engl.), Molles (Französ.), Meyersiek (Buchhalten und kaufmänn. Rechnen), Assistent im Laboratorium: Merz.

Kgl. Werkmeisterschule, für Mühlenbauer, Brunnenmacher und Röhrmeister, sowie solche, die später als Werkmeister in Maschinenfabriken, Spinnereien, Maschinenwebereien und andern ähnlichen Fabriken fungiren wollen, mit $1^1/_2$ jährigem Cursus. Die Aufzunehmenden müssen mindestens 2 Jahre lang in ihrem Fache praktisch gearbeitet haben. 60 Zögl. 6 Thlr. Schulg. halbj. 7 L.

Director: Prof. Böttcher. Lehrer: Prof. Kankelwitz (Mechanik, Maschinenlehre, Maschinenzeichnen, Mühlenbau, Spinnerei, Feld- u. Wassermessen), Prof. Kohl (Projectionslehre, mechanische Technologie, Maschinenzeichnen, Weberei), Prof. Lamprecht (Deutsch), Terne (Freihandz.), Gottschaldt (Baukunde), Weinhold (Physik), Meyersiek (gewerbl. Buchführung).

Kgl. Baugewerkenschule. 3 Kl. 103 Zögl. 5 Thlr. Schulg. halbj. 7 L.

Director: Prof. Böttcher. Lehrer: Henrici (Mauer- u. Zimmerkunde, Construktionslehre, Entwerfen v. Bauplänen, Bauanschläge, Modelliren), Prof. Kohl (Mechanik u. Projektionslehre), Prof. Lamprecht (deutsch), Terne (Ornamentenzeichnen u. Bossiren), Gottschaldt (allg. Baukunde, architekt. Zeichnen u. Perspektive), Junghänel (Mathematik), Weinhold (Physik).

Königreich Württemberg.

Stuttgart. Kgl. polytechnische Schule, besteht aus einer mathematischen Abtheilung, welche eine Handelschule einschließt, und aus einer technischen Abtheilung, welche in 4 Fachschulen für Architektur, Ingenieurwesen, Maschinenbau und für chemische Technik zerfällt.

Das Unterrichtsgeld beträgt jährlich a. bei der mathemat. Abtheilung: 1. für ordentliche Schüler 50 fl. 2. für außerordentl. Schüler 1 fl. 30 kr. per Wochenstunde. b. bei der technischen Abtheilung: 60 fl. bez. 1 fl. 45 kr. — Bei dem Besuch der chemischen Uebungen halbjährlich 5 fl. für Verbrauch von Materialien. Für die Diener halbjährlich 42 kr. — Neu Eintretende 5 fl. Aufnahmgebühr.

Director: Baurath Prof. Hänel. Vorstand der mathem. Abtheilung. Rektor Dr. v. Gugler.

Vorstände der Fachschulen, für Architektur: Prof. Bäumer, für Ingenieurwesen: Baurath Sonne, für Maschinenbau: Prof. Müller, für chemische Technik: Prof. Dr. Marx. Verwaltung: Verwaltungsbeamter; Regierungsassessor Hoser. Prof. und Lehrer: — a. Für Mathematik. C. W. Baur, Dr., Professor, Höhere Analysis, Mechanik, höhere Geodäsie. M. Baur, Dr., Professor, Assistent und Repetent für analytische und beschreibende Geometrie. v. Gugler, Dr., Rektor, Analytische und beschreibende Geometrie. Jordan, Assistent und Repetent für niedere Analysis, Trigonometrie, praktische Geometrie, Planzeichnen. Schober, Dr., Professor, Niedere Analysis, Trigonometrie, praktische Geometrie, Planzeichnen, Methode der kleinsten Quadrate. Wall, Professor, Assistent für praktische Geometrie und Planzeichen. Weigle, Assistent und Repetent für höhere Analysis, Mechanik, Physik. — b. Naturwissenschaften. Ahles, Dr., Professor, Allgemeine und pharmazeutische Botanik, Zoologie, Pharmakognosie. Endemann, Dr., Assistent und Repetent für allgemeine und technische Chemie. v. Fehling, Dr., Geheimer Hofrath. Allgemeine und technische Chemie, chemische Uebungen. Frueth Assistent für allgemeine und technische Chemie, v. Kurr, Dr., Oberstudienrath, Mineralogie und Geognosie, mineralogische Uebungen Baumaterialienlehre. Marx, Dr., Professor, Chemie für Baufächer, analytische Chemie, Stöchiometrie, chemische Technologie. Weigle, siehe oben. Werner, Dr., Assistent und Repetent für Mineralogie und Geognosie. Zech, Dr., Professor, Physik, Meteoro-

logie, Astronomie. — c. Technologie. Marx, siehe oben. Schmidt, Professor. Mechanische Technologie, populäre Maschinenkunde, Feuerungskunde. — d. Maschinenbau. Müller, Professor, Maschinenbau, Vortrag und Construktionen. Vorkurs über Mechanik für Maschinenbau. Schmidt, siehe oben. Schwerd, Assistent für Maschinenbau. Veith, Professor, Maschinenbau, Vortrag und Konstruktionen, Entwürfe von Fabrikanlagen. — e. Ingenierwesen. Hänel, Baurath, Professor, Direktor, Konstruktionslehre (Brücken- und Erdbau) mit Uebungen. Mohr, Professor, Ingenieurmechanik, Eisenbahntracirung. Sonne, Baurath, Professor, Eisenbahnbau und Betrieb, Straßen- und Wasserbau, Vortrag und Uebungen. Schoder, siehe oben. (N. N.), Assistent für Uebungen in Construktionslehre. f. Baukunst. Bäumer, Professor, Einleitung in die Baukonstruktionslehre. Geschichte der Baukunst, Vortrag mit graphischen Uebungen. Leins, Oberbaurath, Bauentwürfe, malerische Perspektive, Tritschler, Professor, Baukonstruktionslehre, Hochbaukunde, Baukostenberechnung. (N. N.,), Assistent für Baufächer. g. Zeichnen und Modelliren. Kopp, Professor, Ornamentzeichnen, Modelliren. Kurtz, Professor, Allgemeines Freihandzeichnen, Figuren und Landschaften. — h. Handelswissenschaft. Brutzer, Dr., Professor, Komptoirwissenschaft, Einleitung in's Wechselrecht, Handelsgeographie. kaufmännische Arithmetik, Korrespondenz in französischer, englischer und italienischer Sprache. — i. Allgemein bildende Fächer. Andelfinger, Vikar, Religion für Katholische. Beltz, Privatdocent, Französische Grammatik und Konversation. Denzel, Professor, Religion für Evangelische, Geschichte und Geographie, deutsche Sprache und Literatur. Eisenhans, Reallehrer, Turnen und Fechten. Frauer, Dr., Professor, Privatdocent für deutsche Sprache und Literatur, Mythologie. Gantter, Professor, Englische Sprache und Literatur. Hölder, Professor, Französische Sprache und Literatur. Hoser, Regierungs-Assessor, Verwaltungs- und Rechtskunde. Lübke, Dr., Professor, Kunstgeschichte. Lobenhofer, Privatdocent für englische Sprache und Literatur. Mährlen, Professor, Volkswirthschaftslehre. Regele, Privatdocent für englische Sprache. Runzler, Sekretär, Italienische Sprache. Scherer, Dr., Privatdocent für Aesthetik, deutsche Literatur und Mythologie. Vischer, Dr., Professor, Deutsche Literatur und Redeübungen. Widmaier, Dr., Professor, Privatdocent für französische Sprache und Literatur. — k. Werkstätten. Schweizer, Mechaniker. Halmhuber, Modellschreiner.

Großherzogthum Baden.

Carlsruhe. Großherzogl. polytechn. Schule. Die Anstalt gliedert sich den verschiedenen Behufszweigen entsprechend in folgende Abtheilungen: 1. mathematische Schule, 2. Ingenieurschule, 3. Maschinenbauschule, 4. Bauschule, 5. chemische Schule, 6. Forstschule, 7. Landwirthschaftsschule. Eintrittsbedingungen sind: zurückgelegtes 17. Lebensjahr und Nachweis der erforderlichen Vorkenntnisse. Neu-

eintretende haben vorzulegen: ein Alterszeugniß; ein Zeugniß der zuletzt besuchten öffentlichen Lehranstalt; ein obrigkeitlich beglaubigtes Zeugniß der Eltern oder Pfleger daß sie die Anstalt, unter Zusicherung der Mittel zur Vollführung der Studien, mit ihrer Einwilligung besuchen; eine Heimathsurkunde oder einen Paß.

Die Vorlesungen und Uebungen welche an der Polyt. Schule gehalten werden sind, nach Wissenschaften geordnet, folgende: I. Mathematische Wissenschaften. Allgemeine Arithmetik, politische Arithmetik, ebene Geometrie, ebene Trigonometrie, Stereometrie, ebene Polygonometrie, Elementarmechanik: Spitz. Anwendungen der ebenen Trigonometrie und sphärischen Trigonometrie, höhere Gleichungen, Differential- und Integralrechnung (I. und II. Curs): Dienger. Analytische Geometrie der Ebene und des Raumes, analytische Mechanik, ausgewählte Capitel der mathematischen Physik: Schell. Darstellende Geometrie (I. und II. Curs), höhere Geodäsie: Wiener. Constructive Uebungen der darstellenden Geometrie (I. u. II. Curs): Wiener und Back. Praktische Geometrie (Vorträge und Excursionen), Planzeichnen: Doll. Planzeichen u. Feldmeßübungen: Fritschi. Festigkeitslehre, angewandte Hydraulik und Principien der mechanischen Wärmetheorie: Grashof. — II. Naturwissenschaften: Krystallographie, Mineralogie, technische Mineralogie, Geologie, mineralogisches Prakticum: Knop. Botanik, botanische Exursionen, Zoologie, landwirthschaftliche Insectenkunde, botanisches und zoologisches Prakticum: M. Seubert. Anatomie und Physiologie der Hausthiere, thierphysiologisches Prakticum: Fuchs. Experimentalphysik, mathematische Physik, physikalisches Laboratorium: Wiedemann. Repetitorium der Physik: Bauer. Meteorologie, Klimalehre und Bodenkunde: Klauprecht. Allgemeine Chemie (I. und II. Curs), chemisches Laboratorium: Weltzien. Repetitorium der Chemie, analytische Chemie, Gasometrie: Birnbaum. Hüttenmännisches Probirverfahren, Theorie der Theerfarben: Mühlhäuser. Agriculturchemie: K. Seubert. — III. Wirthschaftswissenschaften. Allgemeine Wirthschaftslehre nebst den Haupttheilen der Staatswirthschaftslehre, allgemeine Gewerbs- und Handelslehre, allgemeine Land- und Forstwissenschaftslehre: Emminghaus. — VI. Rechtswissenschaftliche Vorträge: Die allgemeinen und die wichtigeren besonderen Lehren des Civilrechts, Forst- und Jagdrecht: Trefurt. — V. Historische Vorträge: Geschichte der neueren Zeit, Geschichte der deutschen Literatur im 18. Jahrhundert: Baumgarten. Geschichte der französischen Literatur: Leber. Kunstgeschichte, insbesondere Architekturgeschichte des Alterthums: N. N. Geschichte der Baukunst des Mittelalters und der neueren Zeit: Hochstetter. — IV. Künste: Freihandzeichnen, Landschaftszeichnen: Meichelt. Freihandzeichnen, Landschaftszeichnen und Aquarelliren: Schrödter. Figurenzeichnen: Koopmann. Zeichnen von Ornamenten: Hochstetter, Lang und Heinrich. Malerische Perspective: Hochstetter und Heinrich. Modelliren von Ornamenten: Balbach. — VII. Ingenieurwissenschaften: Wasser- und Straßenbau (I. Curs), constructive Ue-

bungen: Baumeister. Wasser- und Straßenbau (II. Curs), Eisenbahnbau, constructive Uebungen: Sternberg. Wasser- und Straßenbau (III. Curs) mit besonderer Rücksicht auf das Großherzogthum Baden. Bearbeitung größerer Projekte: Keller. Steinconstruction: Müller. — VIII. Maschinenkunde: Elemente der Maschinenlehre, Kraftmaschinen, Feuerungen und Heizanlagen, Arbeitsmaschinen, Ergänzungen zu schwierigeren Capiteln der Maschinenlehre: Grashof. Maschinenbau (I. Curs), Maschinenconstruction: Schepp. Maschinenbau (II. Curs), Maschinenconstructionen: Hart. Landwirthschaftliche Maschinen- und Geräthekunde: v. Langsdorff. Arbeiten in der mechanischen Werkstätte: Biez. IX. Technologie: Chemische Technologie, Metallurgie: K. Seubert. Mechanische Technologie: Hart. — X. Baukunst: Lehre von den Baustoffen, Baustatik, technischer Curs der Architektur, Lehre von den Bauvoranschlägen: Lang. Zeichnen und Entwerfen von Bauconstructionen mit Baurissen, Entwerfen kleiner Wohngebäude, Entwerfen von Plänen zu größeren Wohngebäuden und landwirthschaftlichen Gebäuden: Lang und Heinrich. Holzmodelliren: Minzinger. Gypsmodelliren, praktische Uebungen im Gewölbebau: Müller. Entwerfen von Plänen zu größeren Wohngebäuden, öffentlichen Gebäuden und monumentalen Gebäuden nebst Uebungen im Decoriren: Hochstetter, Lang und Heinrich. Höhere Baukunst: Hochstetter. Kunstgeschichte siehe V. Malerische Perspective siehe VI. Graphische Studien über die wichtigsten älteren Baustyle und über jene des Mittelalters (I. und II. Curs): Hochstetter. — XI. Forstwissenschaft: Uebersicht und Anleitung zum Studium der Forstwissenschaft, forstlich mathematische Uebungen, Waldbau, Holztaxation, Statik der Forstwirthschaft und Statistik, Forsteinrichtung und Abschätzung, Grund- und Nutzanschläge, Entwickelung und Geschichte der forstlichen Literatur, Vorträge und Arbeiten im forstlichen Seminar und Laboratorium: Klauprecht. Auflösung zusammengesetzter forstlicher Berechnungsaufgaben: Spitz. Naturgeschichte der Waldbäume, Forstschutzlehre und Insektenkunde, Forstbenutzung und Technologie, Forstverwaltungslehre, Waldweg- und Wasserbau, Forstpolizei: Vonhausen. Constructive Uebungen und Aufnahmen für Waldwegbau 2c.: Fritschi. Practicum, Demonstrationen im Walde 2c.: Klauprecht und Vonhausen. — XII. Landwirtschaftslehre: Pflanzenbaulehre, Thierzuchtlehre, Wollkunde, Wirthschaftseinrichtung und landwirthschaftliche Buchhaltungslehre, landwirthschaftliche Taxationslehre, landwirthschaftliches Disputatorium: Stengel. Wiesenbaulehre: Abel. Ueber Wein- und Obstbau, landwirthschaftliche Maschinen- und Geräthekunde: v. Langsdorff. Anatomie und Physiologie der Hausthiere, thierphysiologisches Prakticum, Gesundheitspflege der Hausthiere, Exterieur der Hausthiere, Hufbeschlaglehre: Fuchs. Allgemeine Land- und Forstwirthschaftslehre: Emminghaus. Prakticum im landwirthschaftlichen und forstlichen Laboratorium: Klauprecht, Stengel und Vonhausen. — XIII. Sprachen: Französische Sprache: Leber. Englische Sprache: Gratz.

Herzogthum Braunschweig.

Braunschweig. Herzogl. polytechn. Schule (Collegium Carolinum). Die polytechn. Schule umfaßt, nach ihrer am 29. Okt. 1862 ins Leben getretenen Umgestaltung, außer den gemeinschaftlichen Vorbereitungsstudien in Mathematik, Naturwissenschaften und Künsten und den allgemein bildenden Lehrfächern 8 Fachschulen: 1. Für Maschinenbau, mit 3½ jährigem, 2. für Bau- und Ingenieurfach, mit 4jährigem, 3. für Hütten- und Salinenfach, mit 3jährigem, 4. für chemische Technik, mit 3jährigem, 5. für Pharmacie, mit 1½-jährigem, 6. für Forstwirthschaft, mit 2jährigem, 7. für Landwirthschaft, mit 2jährigem, und 8. für Eisenbahn- und Postfach, mit 1½-jährigem Lehrkursus.

Die immatrikulirten Studirenden bezahlen halbjährg 18 Thlr.; für die Theilnahme an den Arbeiten in einem chemischen Laborator: 6 Thlr. und an den Famulus desselben 20 Gr. Nicht immatrikulirte Zuhörer entrichten halbjährig für eine Vorlesung von wöchentlich 3 Stunden 3 Thlr., von 4 bis 5 Stunden 6 Thlr., für mehrere Vorlesungen höchstens die Summe von 18 Thlr., für die Benutzung eines chemischen Laboratoriums 10 Thlr. und an den Famulus desselben 20 Gr. Für die tägliche Theilnahme am Unterricht in den Künsten wird vierteljährl. 3 Thlr. für die Benutzung an 3 oder weniger Wochentagen 1½ Thlr. bezahlt. Für die Immatrikulation sind 2 Thlr., bei Empfangnahme der Matrikel an den Pedell 20 Gr. und für die Legitimationskarte 10 Gr. zu entrichten.

Direktorium: Hofrath Prof. Dr. Dedekind, Prof. Ahlburg, u. Medicinalrath Prof. Dr. Otto.

Professoren u. Lehrer für die vorbereitenden Grundwissenschaften und Künste: Prof. Dr. Dedekind (Theorie der Gleichungen, analyt. Geometrie, Differential- u. Integralrechnung, analyt. Mechan.), Dr. Sommer (Elementarmathem.), Prof. Dr. Huisken (praktische Geometrie und Planzeichn.), Ingenieur Querfurth (beschreibende Geometrie, Schattenlehre u. Perspektive), Dr. Sommer (mathem. Uebgn. u. Repetitorien), Prof. Dr. Weber (Experimentalphysik, Meteorologie, techn. u. mathem. Physik, physik. Uebungen) Medicinalrath Prof. Dr. Otto (Chemie, physik. Chemie), Prof. Dr. Blasius (Zoologie, Botanik, Mineral., Geologie, naturhistorische Uebungen), Prof. Brandes (freies Handzeichn., Ornamenten- u. Landschaftzeichnen), Prof. Howaldt (Bossiren).

Professoren u. Lehrer für die Fachstudien. a. Für Mechanik u. Maschinenbau: Prof. Scheffler (techn. Mechanik, Maschinenlehre, Maschinenbau, Oberleitung im Maschinenconstruiren) Ingenieur Querfurth (Maschinenzeichn. u. Maschinenconstruiren, Mechanik der Baukonstruktionen). b. Für die Baukunde: Prof. Ahlburg (allgem. Baukunde, Straßen- u. Eisenbahnbau, Brückenbau, Wasserbau, Erläutern von Fabrik-, Hütten- u. landwirthschaftl. Baueinrichtungen, Oberleitung des Construktionszeichnens), Bauconducteur Uhde

schöne Baukunst, Entwerfen), Stadtbaumeister Tappe (architekton. Entwürfe), Bibl. Dr. Bethmann (Geschichte d. Baukunst), Architekt Körner (Constructionszeichn., Baumaterialien). c. Für chem. Technik u. Hüttenfach: Prof. Dr. Knapp (techn. Chemie, Metallurgie, Oberleitung des techn. Laborat.), Assistent Schertel (Arbeiten im techn. Laborat). d. Für Pharmacie: Medicinalrath Prof. Dr. Otto (Pharmacie, gerichtliche Chemie, Oberleitung des pharm. Laboratoriums), Dr. Kubel (Arbeiten im pharm. Laborat.). e. Für Forstwirthschaft: Forstrath. Prof. Dr. Hartig (forstliche Naturkunde, Waldbau, Forstschutz, Betriebseinrichtung u. Taxation, Forstpolizei), Revierförster Langerfeld (Waldwerthberechnung, Forstbenutzung, Gesch. u. Literatur d. Jagd u. Forstwirthschaft). f. Für Landwirthschaft: Prof. Müller (Landwirthschaftslehre, Theorie des Ackerbaues, Pflanzenbau, Viehzucht, Güterveranschlagungen, landwirthschaftl. Buchführung. Medicinal-Assessor Dr. Quidde (Thierarzneikunde). Professoren der allgemein bildenden Lehrfächer: Hofrath Prof. Dr. Dedekind (Rechtskunde, Geographie u. Statistik, Nationalökonomie), Prof. Dr. Aßmann (Gesch., deutsche Spr. u. Literat.), Prof. Dr. Sy (franz. Spr. u. Literat), Prof. Dr. Werner (engl. Spr. u. Literat.). Für die Bibliothek: Prof. Blasius (Grundwissenschaften u. Fachstudien), Hofrath Dedekind (allgemein bildende Lehrfächer). Für die naturhistorische Sammlung u. die Gärten: Schulz, Conservator der naturhistorischen Sammlung. Ohm, botanischer Gärtner.

Schweiz.

Zürich. Eidgenössisches Polytechnikum, 1855 eröffnet. Nach dem revidirten u. am 28. Febr. 1866 in Kraft getretenen Reglement ist die Schule in 7 Abtheilungen getheilt, nämlich: Bau- (Vorstand: Prof. Dr. Semper), Ingenieur- (Vorstand: Prof. Culmann), mechanisch-technische (Vorstand: Prof. Schröter), chemisch-technische (Vorstand: Prof. Dr. Bolley), u. Forstschule (Vorstand: Prof. Landolt), 6. Abtheilung, Schule für Fachlehrer a. in mathem. u. b. in naturwissenschaftl. Richtung (Vorstand: Prof. Dr. Christoffel), endlich 7. Allgemeine philosophische u. staatswirthschaftliche Abtheilung, (Freifächer) (Vorstand: Prof. Dr. Heer), welche namentlich Naturwissenschaften, Mathematik, literarische, historische u. politische Wissenschaften, sowie Zeichnen und Modelliren umfaßt. Außerdem besteht ein einjähriger mathematischer Vorbereitungskurs (Vorstand: Prof. Orelli). Der Unterricht wird in deutscher, französischer oder beziehungsweise italienischer Sprache ertheilt. 59 Professoren u. Lehrer. u. 7 Assistenten. Frequenz im Schuljahr 1865/66: 548 regelm. Schüler (235 Schweizer u. 313 Ausländer) 135 Auditoren (inbegr. 55 Studirende der Zürch. Hochschule.)

Director des Polytechnikums: Prof. Dr. Zeuner. Stellvertreter d. Direktors: Prof. Landolt.

Professoren u. Lehrer: Prof. Arduini (Italien.), Prof. Dr. Behn-Eschenburg (Engl.), Prof. Dr. Bolley (Techn. Chemie), Prof. Dr.

Böhmert (Nationalökonomie deutsch), Privadoz Dr. Brocher (Nationalökonomie u. Statistik), Prof. Cherbuliez (Staatsökonomie u. Statistik, französ.) Prof. Dr. Christoffel (höh. Mathem.), Prof. Dr. Clausius (Physik), Prof. Dr. Cramer (Botanik). Prof. Culmann (Erd-, Brücken- u. Eisenbahnbau), Prof. Dufraisse (Wechsel-, Civil- und Handelsrecht), Prof. Dr. Escher v. d. Linth (Geologie), Priv.-Dozent Dr. Egli (Erdkunde), Priv.-Docent Dr. Fehr (Erkl. d. Sculpturen), Prof. Dr. Frey (Zoologie), Priv.-Doc. Dr. v. Fritsch (chem. Geologie), Lehrer Fritz (Zeichnen), Prof. Dr. Gastell (pharmaceutische Chemie), Priv.-Doc. Geiser (Mathem.), Prof. Gladbach (Bauwissensch.), Priv.-Doz. Hauffe (Mechanik) Prof. Dr. Heer (pharmazeutische Botanik), Priv.-Doz. Hug (Mathem.). Prof. Keiser (Modelliren), Prof. J. Keller (Deutsche Sprache), Prof. Dr. Kenngott (Mineral.), Prof. Dr. Kinkel (Kunstgeschichte), Prof. Kopp (Forstw.), Prof. Kronauer (mechanische Technol.), Priv.-Doz. Künzler (Mathematik u. Mechanik), Prof. Landolt (Forstwissensch.), Priv.-Doz. Lasius (Bauwissensch. u. darst. Geom.), Priv.-Doz. Dr. Lommel (Mathematik), Prof. Ludwig (Maschinenbaukunde), Prof. Méquet (Mathem. französ.), Priv.-Doz. Dr. Merz (Chemie), Prof. Dr. Mousson (Physik), Prof. Orelli (Mathematik), Prof. Pestalozzi (Straßen- u. Wasserbau, prakt. Geometrie), Priv.-Doc. Dr. Piccard (Chemie), Prof. Dr. Prym (Mathem. u. analyt. Mechanik), Prof. Rambert (französ. Liter.), Priv.-Doc. Dr. Reye (Neuere Geometrie), Prof. Dr. Rüttmann (Schweizer. Gemeinderecht), Prof. Dr. Scherr (Geschichte u. deutsche Literat.), Priv.-Dozent Dr. Schröder (Mathem.), Prof. Schröter, (Maschinenbaukunde), Prof. Dr. Semper (Baukunde u. Kompositionsunterricht), Prof. Dr. Städeler (Analyt. Chemie), Lehrer Stadler (Ornamentik), Prof. Stocker (Mathem.), Priv.-Doc. Stutz (Geoloie), Prof. Ulrich (Landschaftszeichnen), Priv.-Doz. Dr. Wartha (Chemie), Priv.-Doz. Dr. Weith (Chemie), Lehrer Werdmüller (Figurenzeichnen), Prof. Wild (Topogr., Plan- u. Kartenzeichn. u. Geodäsie), Prof. Dr. Wolf (Astronomie) Prof. Dr. Zeuner (Maschinenlehre u. techn. Mechanik). Assistenten: Hauffe, Weilemann, Dr. Brigel, Breder, Dr. Wartha, Liechti, Harlacher.

C. W. Kreidel's Verlag in Wiesbaden.

Durch alle Buchhandlungen zu beziehen:

Gekrönte Preisschrift.

Die Schmiervorrichtungen und Schmiermittel der Eisenbahn-Wagen

von

Edmund Heusinger von Waldegg.

Mit 13 Foliotafeln Zeichnungen und 75 Holzschnitten.

Hoch-Quart. Preis 4 Thlr.

Eisenbahn-Verwaltungen und Technikern, sowie Maschinen- und Wagen-Fabriken darf dieses von dem österreich. Ingenieur-Vereine **mit dem ersten Preise gekrönte Werk** als ein unentbehrliches empfohlen werden. Seine Bearbeitung beruht auf den umfassendsten officiellen Mittheilungen.

Fortschritte der Technik des deutschen Eisenbahnwesens

in den letzten 8 Jahren.

Nach den Ergebnissen der am 11—16. Septbr. 1865 in Dresden abgehaltenen Techniker-Versammlung der deutschen Eisenbahnverwaltungen.

Redigirt von der technischen Commission des Vereins.

Mit Abbildgn. u. Holzschn. Quart. Preis 4 Thlr. 20 Sgr.

In Separatabdruck wurde daraus hergestellt:

Technische Vereinbarungen

des Vereins deutscher Eisenbahn-Verwaltungen über den Bau und die Betriebseinrichtungen der Eisenbahnen.

Redigirt von der technischen Commission des Vereins.

Mit 5 Zeichnungstafeln. 8. Geh. 12 Sgr.

Die

Construction der Locomotiv-Essen.

Praktische Untersuchungen über die Wirkung des Blasrohres.

Von A. Pruesmann.

Quart. Mit Holzschn. und Abbildg. Preis 1 Thlr. 10 Sgr.

Technisches Hilfs- und Handbuch

zum Gebrauche für Ingenieure, Architecten, Maschinen- u. Mühlenbauer, Fabrikanten, technische Behörden und Freunde der Technik überhaupt.

Mit vielen Holzschnitten.

Oberbaurath H. Rœssler.

Gross Octav. 656 Seiten. Preis 2 Thlr. 8 Ngr.

Das Werk dient dem Architecten und Ingenieur, sowie jedem Techniker als ein vortreffliches Nachschlagebuch und ist durch die erläuternde Behandlung des reichen Stoffes gleichzeitig ein Hand- und Lehrbuch, das grössere Werke zu ersetzen geeignet ist. Die Kritik hat sich über dasselbe bereits in der anerkennendsten Weise ausgesprochen und es als das **beste technische Hilfsbuch** bezeichnet.

Zeitschrift für analytische Chemie.

Herausgegeben von

Dr. C. R. Fresenius.

Jährlich 4. Hefte mit Illustr. Preis des Jahrg. 3 Thlr.

Diese Zeitschrift, deren 5. Jahrg. eben im Erscheinen, ist von allen Fachmännern mit Freude begrüsst worden, da ihnen der Name des für die analytische Chemie als Autorität anerkannten Herrn Herausgebers die sicherste Garantie bietet, in derselben die zahlreichen Arbeiten auf dem Gebiete der chemischen Analyse in einer kritisch gesichteten Auswahl und Uebersicht zu erhalten.

Verbessertes Pergamentpapier

von vorzüglicher Qualität (Preis-Medaille in Stettin)
empfiehlt
C. Brandegger
in Ellwangen (Württemberg).

Verlag von **Ed. Anton** in Halle:

Fitzroy, Admiral, Barometer-Manual.

Eine Anleitung das Wetter vorher zu sagen. Aus dem Englischen nach der 7. Ausgabe übersetzt von R. Anton. Mit Tabellen der mittleren Temperaturen verschiedener Orte. gr. 8. 1865. geh. 10 Sgr.

Verlag von Quandt & Händel in Leipzig:

Das Wesen der Wärme.

Versuch einer neuen Stoffanschauung der Wärme mit vergleichender Betrachtung der übrigen jetzt gebräuchlichen Wärmetheorien. Von Dr. Paul Reis, Grossherz. Hess. Gymnasiallehrer. Zweite bedeutend vermehrte Aufl. Gr. 8. VIII u. 163 S. Geh. Preis $27^1/_2$ Ngr.

Inhalt: I. Die innere Bildung des Stoffes. II. Geschichtliche Entwickelung der beiden Hauptansichten über die Natur der Wärme. III. Die Wärme ist ein Stoff. 1. Die Entstehung der Wärme oder die Wärmequellen. 2. Wirkungen der Wärme. 3. Fortpflanzung der Wärme. IV. Die Wärme ist eine Bewegung. 1. Die strahlende Wärme. 2. Die Körperwärme. 3. Die mechanische Wärmetheorie.

„Die Entscheidung darüber, welche Ansicht über das Wesen der Wärme die eigentlich richtige ist, muss der Zukunft vorbehalten bleiben; der Verfasser aber hat jedenfalls das Verdienst, seine Ansicht hierüber auf eine dem heutigen Standpunkte der Physik entsprechende Weise und in allgemein verständlicher Sprache dargestellt zu haben. Referent kann daher das vorliegende Werkchen aus voller Ueberzeugung allen denen zur Lectüre empfehlen, die sich über den jetzigen Stand der Wärmetheorie unterrichten wollen.“ *Illustrirte Zeitung.*

Verlag von Quandt & Händel in Leipzig:

Zeitschrift für Chemie.

Archiv für das Gesammtgebiet der Wissenschaft. Herausgegeben von F. Beilstein, Rud. Fittig und H. Hübner in Göttingen. Jährlich 24 Hefte von je 2 Bogen. Preis des vollständigen Jahrgangs 3½ Thlr.

Durch die der Zeitschrift zugewiesene doppelte Aufgabe, nämlich rasche Veröffentlichung eingesandter neuer Originalarbeiten und auszugsweise Mittheilung aller irgend zugänglichen in- und ausländischen neuen Abhandlungen, erleichtert dieselbe wesentlich die Uebersicht über den Fortschritt aller Zweige der Wissenschaft und bildet gewissermassen einen laufenden Jahresbericht, indem sie ihren Lesern einen vollständigen kritischen Ueberblick über die chemischen Forschungen jedes Jahres bietet.

Die Zeitschrift welche sich der Mitarbeiterschaft unserer namhaftesten Chemiker erfreut, ist namentlich auch den Lehrern der Chemie an Gymnasien, Real- und Gewerbeschulen zu empfehlen.

Polytechnische Bibliothek.

Monatliches Verzeichniss der in Deutschland und dem Auslande neu erschienenen Werke aus den Fächern der Mathematik und Astronomie, der Physik und Chemie, der Mechanik und des Maschinenbaues, der Baukunst und Ingenieurwissenschaft, des Berg- und Hüttenwesens. Mit Inhaltsangabe der wichtigsten Fachzeitschriften. Monatlich 1 Bogen in 8. Preis halbjährlich 10 Ngr.

Die Polytechnische Bibliothek soll als Hülfsmittel für die Orientirung auf einem Literaturgebiete dienen, innerhalb dessen die Erscheinungen sich jetzt in so reicher Mannigfaltigkeit drängen, dass ohne solche in kurzen Zwischenräumen erscheinende, systematisch geordnete Ueber-

sichten, die Beherrschung des Feldes kaum mehr möglich ist. Die Aufnahme der ausländischen Literatur und der Inhalt der wichtigsten Fachblätter werden den Fachleuten als besonders willkommen erscheinen.

Propädeutik der Geometrie.

Eine Bearbeitung der geometrischen Formenlehre nach einer neuen Methode gegründet auf praktische Aufgaben aus der Geodäsie. Von Jacob Falke, Lehrer der Mathematik und Physik am Gymnasium zu Arnstadt. Mit 80 in den Text gedruckten Abbildungen. Gr. 8. X u. 142 S. Geheftet. Preis 1 Thlr.

Inhalts-Verzeichniss.

Das Werkchen ist zunächst für die Hand des Lehrers bestimmt und die aus der Erfahrung hervorgegangene Methode des Verfassers eine neue, insofern er in seiner Bearbeitung der Geometrie den im Vergleich zu den bisherigen Lehrbüchern umgekehrten Weg verfolgt: die geometrischen Lehrsätze auf Probleme aus dem alltäglichen Leben zu gründen, also die Theorie aus der Praxis zu entwickeln.
